

Verhandlungen

der

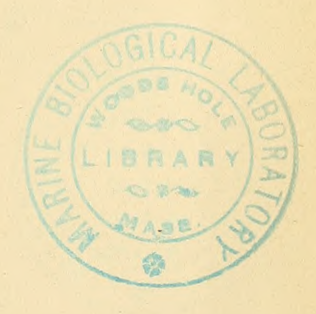
Naturforschenden Gesellschaft

in Basel

Band XXX

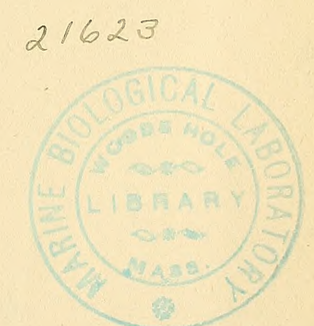
Mit 2 Porträts, 6 Tafeln Tabellen und 22 Textfiguren.

Basel
Georg & Cie., Verlag
1919



Buchdruckerei Emil Birkhäuser & Cie.

Inhalt.



Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I—VI (Tabellen) zu Marguerite Henrici:

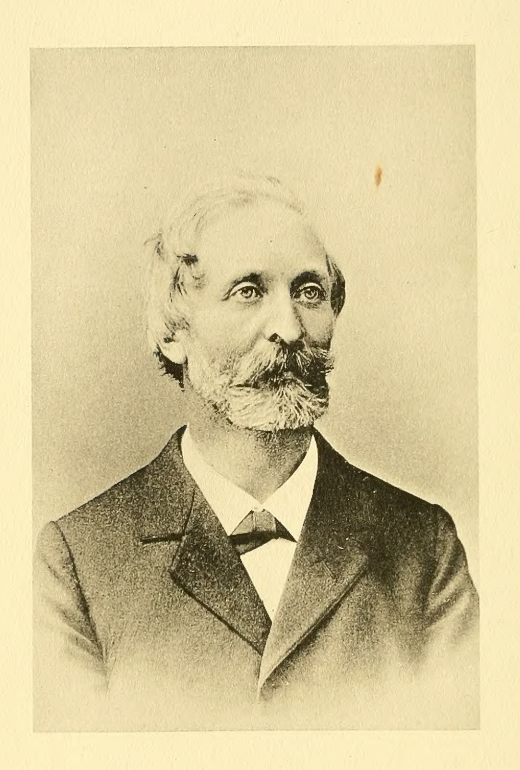
Chlorophyllgehalt und Kohlensäure-Assimilation bei Alpen- und Ebenenpflanzen.

Porträt zu G. Senn:

Prof. Dr. Hermann Vöchting †.

Porträt zu Albert Lotz:

Prof. Dr. Ludwig Courvoisier †.



Prof. Dr. Hermann Vöchting.

Geb. 8. Februar 1847; gest. 24. November 1917.

(Mit einem Porträt.)

Von

G. Senn.

Obwohl Prof. *Hermann Vöchting* nur noch verhältnismässig wenigen Mitgliedern unserer Gesellschaft persönlich bekannt gewesen sein dürfte und auch nicht viele wenigstens seine Arbeiten kennen, so muss hier doch dieses Mannes gedacht werden. Ist er doch während fast 30 Jahren unser Mitglied und während zweier Jahre, 1882—1884, Präsident der Naturforschenden Gesellschaft gewesen. Und in den 9 Jahren, da er in Basel wirkte, hat er in den Sitzungen unserer Gesellschaft nicht weniger als 12 meist grössere Mitteilungen über seine erfolgreichen Untersuchungen gemacht. Zu diesen standen ihm allerdings nicht die gut eingerichteten Laboratorien unseres jetzigen Botanischen Instituts zur Verfügung, sondern nur die drei Zimmer des alten Gebäudes vor dem Äschentor. Aber seine rastlose Tätigkeit hat bei uns bis auf den heutigen Tag ihre Spuren hinterlassen, von denen die von ihm konstruierten und benützten Instrumente des Botanischen Instituts nur äusserliche Andenken bilden. Viel intensiver hat er durch seine Lehrtätigkeit an unserer Universität und durch seine vielen in unserer Gesellschaft gehaltenen Vorträge gewirkt und das Interesse für die anatomisch-physiologische Richtung in der Botanik, die schon durch seine beiden Amtsvorgänger *Schwendener* und *Pfeffer* vertreten worden war, wach gehalten. Von seinen sieben Basler Schülern hat allerdings nur ein einziger, dieser aber um so nachhaltiger, die Arbeits- und Betrachtungsweise Vöchtings an die jüngere Generation Basels weitergegeben, nämlich Dr. *E. Bucherer*, der durch seinen Botanik-Unterricht am Gymnasium viele für unsere Wissenschaft begeisterte Jünger und Freunde gewonnen hat.

Hermann Vöchting wurde am 8. Februar 1847 in Blomberg, Lippe-Detmold, als Sohn eines Gärtnerei-Besitzers geboren, welcher sich speziell der Nelkenzucht widmete. So trat der junge Vöchting schon in frühester Kindheit mit der Pflanzenwelt in engere Be-

ziehung. Kein Wunder deshalb, dass auch er Gärtner wurde. Als solcher kam er an den Botanischen Garten in Berlin. Hier wurde der damalige Gartendirektor, der geistreiche und philosophisch gerichtete Prof. *Alexander Braun*, auf den jungen intelligenten Mann aufmerksam und ihm gelang es, Vöchting für das Studium der Botanik zu gewinnen.

Er studierte nun zunächst in *Berlin* unter *Braun*'s, *Pringsheim*'s und *Kny*'s Leitung und promovierte 1873 in Göttingen mit einer Dissertation über die Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen, einer Cacteen-Familie.

Hierauf siedelte er nach *Bonn* über und habilitierte sich dort schon 1874. Bei seinen Untersuchungen an den Rhipsalideen war er auf zahlreiche Probleme der Form- und Organbildung gestossen, und ging nun daran, diese Fragen auf experimentellem Wege zu untersuchen. Damit betrat er früh das Gebiet, auf welchem ihm so grosse Erfolge beschieden sein sollten. Schon am 5. Januar 1876 trug er vor der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn über den physiologischen Gegensatz zwischen Spitze und Basis der Pflanzen vor. Seine Ausführungen machten offenbar so grossen Eindruck, besonders auch auf den Tierphysiologen *Pflüger*, dass Vöchting schon 1877, drei Jahre nach seiner Habilitation, von der Bonner Universität zum Extraordinarius ernannt wurde. Auf *Pflüger*'s Wunsch publizierte er in dessen Archiv für die gesamte Physiologie eine ausführlichere vorläufige Mitteilung über seine Versuche.

Diese Publikation hat ihm 1878 den Ruf nach *Basel* eingetragen, als durch die Berufung seines früheren Bonner Freundes *Pfeffer* nach Tübingen der hiesige Lehrstuhl für Botanik frei geworden war. Noch kurz vor Vöchting's Wegzug von Bonn war der erste Teil seines Buches: Organbildung im Pflanzenreich, erschienen. In Basel gab er dann, allerdings erst sechs Jahre später, den zweiten Teil heraus und griff ausserdem noch verschiedene andere wichtige Probleme auf, wie z. B. die Bewegungen der Blüten und Früchte, die Ursachen der Zygomorphie der Blüten, die Knollenbildung sowie die Regeneration der Lebermoose. Diese erfolgreiche experimentelle Tätigkeit ermöglichte ihm, unserer Gesellschaft die vielen inhaltsreichen Vorträge zu halten, welche seine Untersuchungen in Basel einem weiteren Kreise bekannt machten.

Ausser mit dem Juristen und vortrefflichen Botaniker Dr. *Hermann Christ* verkehrte Vöchting viel mit dem Chirurgen Prof. *August Socin*, von dem er sich in die Ergebnisse der Transplantation am Tierkörper einführen liess. In unserer Stadt fand er auch seine Lebensgefährtin in der Tochter des Ratsherrn Carl

Burckhardt und Schwester des nachmaligen Regierungsrates Carl Christoph Burckhardt-Schazmann, die sein Familienleben ausserordentlich glücklich gestaltete. Sie brachte seinen Forschungen viel Verständnis entgegen und bot ihm durch Ausführung der Zeichnungen seiner Versuchspflanzen hilfreiche Hand. Dank den verwandtschaftlichen Banden pflegte Vöchting auch nach seinem Wegzug seine Beziehungen zu unserer Stadt mit nie erlahmendem Interesse.

Als Prof. *Pfeffer*, der schon in Basel sein Vorgänger gewesen war, im Sommer 1887 als Nachfolger *Schenk*'s von Tübingen nach Leipzig übersiedelte, wurde Vöchting auch in Tübingen sein Nachfolger und blieb der schwäbischen Universität trotz ehrenvollen Berufungen an grössere Hochschulen bis an sein Ende treu. Er verfolgte hier die schon in Basel behandelten Fragen weiter und brachte seine klassischen Untersuchungen über die Transplantation am Pflanzenkörper zum Abschluss.

Trotz seiner grossen wissenschaftlichen Produktivität fand er noch Zeit, sich mit Musik, bildender Kunst und besonders mit Literatur zu befassen. Nicht nur in der deutschen, sondern auch in der französischen war er wohl bewandert. Als eigentlicher Bibliophile hatte er an seiner grossen Bibliothek mit den schönen Klassikerausgaben eine besondere Freude. Diese seine Verehrung der Dichtkunst mochte aus dem Bedürfnis entstanden sein, seine Gedanken von der Beschäftigung mit den Realitäten der Wissenschaft bei dem Verweilen bei idealen Fragen ausruhen zu lassen.

Diese Geistesrichtung leuchtete schon aus seinem schön geschnittenen Gesicht mit den lebhaften dunkelblauen Augen heraus. Ganz kam sie aber erst im Verkehr zur Geltung, in welchem er sich als liebenswürdigen und absolut zuverlässigen Charakter erwies. Die allgemeine Liebe und Verehrung, welche Vöchting genoss, fand bei seinem 70. Geburtstag im Februar 1917 in schönster Weise ihren Ausdruck, als ihm in Tübingen ein Album überreicht wurde, das von jeder der vier Stätten seiner Wirksamkeit ein von Künstlerhand gemaltes Erinnerungsblatt und daran anschliessend eine Sammlung von Photographien der Freunde und Schüler in jeder dieser Städte enthält. Basel ist darin mit 15 Bildern vertreten.

Nicht lange nach diesem schönen Fest gelangten beängstigende Nachrichten über eine Erkrankung des Jubilars zu uns. Zwar konnte er während des Sommer-Semesters seine Vorlesungen noch abhalten, doch war die frühere Frische dahin. Während der Sommerferien suchte er sich in der guten Schweizerluft zu kräftigen, musste jedoch bald in Basel eine Klinik aufsuchen, in welcher als

Ursache aller Störungen eine schlimme Geschwulst erkannt wurde, zu deren operativer Entfernung es jedoch schon zu spät war.

Leidlich erholt kehrte er nach Tübingen zurück, musste aber bald wieder eine Klinik aufsuchen; lebend sollte er sie nicht mehr verlassen. Vor seinem Ende war ihm noch die Freude beschieden, seinen dritten Sohn aus einjähriger französischer Gefangenschaft zurückkehren zu sehen. Am 24. November 1917 wurde er durch einen sanften Tod von seinen Leiden erlöst.

Im Hinblick auf die grossen wissenschaftlichen Erfolge des Verstorbenen erscheint es besonders reizvoll, den Problemen nachzugehen, mit welchen er sich in den verschiedenen Perioden seiner Forschertätigkeit beschäftigt hat, und die Zusammenhänge festzustellen, welche ihn von einer Frage zur andern geführt haben.

In der etwa 32 Nummern umfassenden Reihe seiner Publikationen nehmen die beiden ersten sozusagen den Rang propädeutischer Arbeiten ein. Die erste: *Zur Histiologie und Entwicklungsgeschichte von Myriophyllum*, welche von seiner Vaterstadt Blomberg, Februar 1871 datiert ist, enthält die Darstellung der Anatomie und der Bildungsweise der Blätter am Vegetationspunkte dieser Sumpfpflanze und reiht sich an ähnliche, damals in Berlin durch Hanstein u. a. durchgeführte Arbeiten an.

Auch seine zweite Arbeit: *Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen*, an welcher er von 1869 bis 1873 gearbeitet und deren ersten Teil er in Göttingen als Dissertation eingereicht hat, bewegt sich in denselben Rahmen, befasst sich allerdings mit einer grösseren Zahl von bedeutend komplizierter gebauten Pflanzen.

Was an beiden Arbeiten besonders auffällt, ist die peinliche Genauigkeit der Untersuchungen, die sich auch in den sauberen, von Vöchting selbst entworfenen Zeichnungen wiederspiegelt. Wenn auch diese beiden Erstlingswerke sehr solid gearbeitet sind, so enthalten sie doch noch keine allgemein wichtigen Fragestellungen und Resultate. Vöchting hat sich damit sozusagen im Gebiete der pflanzlichen Anatomie und Entwicklungsgeschichte nur vorläufig orientiert.

Um so erstaunlicher erscheint darum der ganze Plan und die Durchführung seiner nächsten Publikation, des 1878 selbständig erschienenen kleinen Buches über *Organbildung im Pflanzenreich*. Die Probleme waren ihm bei seiner Beschäftigung mit den Rhipsalideen aufgestiegen, und zwar zunächst einmal die Frage, durch welche Ursachen die Stellung der Luftwurzeln an den Sprossen von Lepismium radicans bedingt werde. Er schreibt darüber selbst: „Von Neigung getrieben, hegte ich schon lange die Absicht, mich

„der physiologischen Seite unserer Wissenschaft zuzuwenden. Im „Frühjahr 1874 beschloss ich, mit der Bearbeitung des erwähnten „Gegenstandes einen ersten Versuch zu machen und gab daher „dem Problem die erweiterte Fassung, nachzuweisen, ob und in- „wieweit äussere Kräfte einen Einfluss auf die Adventivbildungen „haben.“ Offenbar dank seiner gärtnerischen Vorbildung zeigte er sich sofort auf der Höhe der Experimentierkunst und beherrschte sie von Anfang an souverän. Schon bei den ersten Versuchen stiess er auf den merkwürdigen Gegensatz zwischen morphologischer Spitze und Basis eines Sprosses, also auf eine innere Eigenschaft, welche von den äusseren Kräften, wie Licht und Schwerkraft, nicht beeinflusst werden kann. Vöchting stellte nämlich fest, dass an einem im feuchten Raum aufgehängten Stück eines Weidenstengels in der Nähe der Schnittflächen Seitenglieder austreten, und zwar am basalen Ende des Stengelstücks stets Wurzeln, am apicalen Ende stets Sprosse, und zwar gleichgiltig, ob der Stengel aufrecht, horizontal oder invers orientiert ist. Vöchting nannte diese Eigentümlichkeit die Polarität der Pflanze.

So unterschied Vöchting von vornherein klar zwischen inneren Fähigkeiten der Pflanze und den von aussen auf sie wirkenden Kräften, die sich nach seiner Auffassung allerdings nicht prinzipiell voneinander unterscheiden, indem beide dem Gesetze der Erhaltung der Energie unterworfen sind. Damit verliess er die damals herrschende allzu mechanistische Betrachtungsweise von *Sachs*, welcher die Bildungsvorgänge an der Pflanze nur von äusseren Kräften wollte bestimmt sein lassen. *Sachs* liess denn auch nicht lange mit einer Gegenschrift auf sich warten, die jedoch Vöchting von Basel aus mit schlagenden Argumenten widerlegte und damit die jetzt noch geltende Auffassung vom Wechselspiel zwischen inneren Anlagen der Pflanze und äusseren Faktoren begründete, die sich seither durch unzählige Beobachtungen als richtig erwiesen hat.

Was Vöchting im ersten Teile seiner *Organbildung* für einzelne Teile der Pflanze nachgewiesen hatte, zeigte er im *zweiten Bande* auch für grössere Komplexe von Pflanzenteilen, zog daraus die wichtigen Folgerungen über die Lehre vom Habitus der Sträucher und Bäume und entwickelte daraus eine Theorie des Obstbaumschnittes.

Bei der ungeheuern Regenerationsfähigkeit der von ihm beobachteten abgeschnittenen Weidensprosse, von denen jeder sofort zur selbständigen Pflanze wird, musste sich auch Vöchting die damals viel ventilierte Frage vorlegen, was denn unter diesen Umständen als Pflanzenindividuum aufzufassen sei. Während frühere Forscher z. B. einen Baum aus zahlreichen selbständig lebensfähigen

Teilen aufgebaut betrachteten, wies Vöchting darauf hin, dass diese Selbständigkeit der Teile so lange rein potentiell bleibt, als sich diese Teile an der Pflanze befinden und erst zur Realität *wird*, wenn der Teil künstlich aus seinem natürlichen Verband herausgerissen ist. Jede selbständig lebende und in sich geschlossene Pflanze ist somit als einheitlicher Organismus zu betrachten. Diese Anschauung hat endlich Klarheit geschaffen und allgemeine Anerkennung gefunden.

Bei der weiteren Verfolgung dieser Probleme gelang es unserem Forscher, die Polarität noch weiter, selbst bei den kleinsten Lebenselementen der Pflanze nachzuweisen. In seiner grossen 1892 in Tübingen erschienenen Arbeit über *Transplantation am Pflanzenkörper*, in welcher die verschiedenen Arten des Pfropfens studiert wurden, stellte er fest, dass, wenn aus einer Rübe ein kleines Stück herausgeschnitten und umgekehrt wieder eingesetzt wird, die Gefässe dieser transplantierten Portion nicht direkten Anschluss an die Gefässe des umgebenden Gewebes der „Unterlage" suchen, sondern dass sie zwei Male um 90° umbiegen und in ursprünglich normaler Orientierung sich mit den ebenfalls normal orientierten Gefässen der Unterlage vereinigen. Das beweist, dass auch die Gefässe, resp. die sie bildenden Zellen, den polaren Gegensatz von Spitze und Basis zeigen, dass also die Polarität ganzer Pflanzenorgane in letzter Linie auf die Polarität ihrer Zellen zurückzuführen ist. Diese Polarität scheint schon im Teilungsgewebe des Scheitels vorhanden zu sein, sicher ist sie es aber in den *differenzierten* Geweben der Pflanze.

Der Komplex zusammenhängender Fragen über Polarität, Regeneration und Transplantation, zu welchem Vöchting gleich durch seine ersten Stecklingsversuche geführt worden war, bildete den gemeinsamen Ausgangspunkt für alle Fragen, welche Vöchting später studierte. Auf alle Arbeiten im einzelnen hier einzugehen, würde zu weit führen; ich möchte darum nur versuchen, die verschiedenen Teilgebiete zu charakterisieren, über welche Vöchting ausser in den schon erwähnten Arbeiten Mitteilungen publiziert hat.

Die Frage der *Regeneration* behandelt er noch in zwei späteren Arbeiten: in der einen noch in Basel 1885 ausgeführten „die Regeneration der Marchantiaceen" und in einer 1904 erschienenen Schrift „die Regeneration der Araucaria excelsa". Er konnte seine bei anderen Pflanzen gemachten Beobachtungen bestätigen und speziell bei Araucaria noch einige wichtige neue Tatsachen feststellen.

Bei den Experimenten über Transplantation hatte er sich als sehr günstiger Objekte verschiedener Knollengewächse bedient und dabei deren grosse Plastizität kennen gelernt. Dies veranlasste

ihn, den *Bedingungen der Knollenbildung* und dem Verhalten dieser Organe gegen künstliche Eingriffe weiter nachzugehen. So erhielt er durch lokale Verdunkelung der Laubsprosspitze einer Kartoffelpflanze in der Laubblattachsel eine normale Kartoffel, woraus der Schluss zu ziehen ist, dass die Knollen jeweilen im Dunkeln erzeugt werden, gleichgiltig ob die beeinflussten Organe sich an der Spitze oder an der Basis der Pflanze befinden. Im Prinzip ähnlich verhielten sich auch einige Rhizome (1889). Besonderes Interesse verdienen die Versuche, in welchen er mittels Pfropfung die Knollen von Oxalis crassicaulis statt als Speicherorgane als Leitungsorgane für das Wasser funktionieren liess (1900). Dadurch wies er nach, dass einem Pflanzenorgan eine ihm fremde Funktion aufgezwungen werden kann, dass sich dieses Organ der neuen Funktion anpasst und dementsprechend seinen anatomischen Bau verändert.

Das Verhalten der Adventivwurzeln von Lepismium radicans hatte Vöchting die Wichtigkeit des Vorhandenseins oder Fehlens des *Lichts* für die Organbildung der Pflanzen gezeigt. Das veranlasste ihn, in einer Reihe von Arbeiten den Einfluss dieses Faktors auf verschiedene Organe bei verschiedenen Pflanzen zu verfolgen. So wurde von ihm zunächst die Stellung der Blattfläche zur Lichtrichtung (1888), sodann die Abhängigkeit des Laubblatts von seiner Assimilationstätigkeit (1891) untersucht. Dabei ergab sich das interessante Resultat, dass Blätter, welche an ihrer normalen Funktion gehindert werden, bald zugrunde gehen. In letzter Zeit werden besonders häufig seine Versuche über den Einfluss des Lichts auf die Gestaltung und Anlage der Blüten genannt. Es gelang ihm u. a., den Mimulus Tillingi in einer bestimmten, relativ schwachen Lichtintensität zu kultivieren, welche starkes vegetatives Wachstum hervorrief, aber jede Blütenbildung ausschloss. Die Beobachtungen über die Bedeutung des Lichts für die Gestaltung blattförmiger Kakteen (1894) veranlassten ihn, gegen *Schwendeners* Kontakttheorie der Blattstellung aufzutreten.

Wie das Licht so hatte Vöchting auch die *Schwerkraft* als wichtigen Faktor bei der Organbildung kennen gelernt. Schon in Basel verfolgte er diese Frage weiter, zunächst in der bekannten Arbeit über die Bewegungen der Blüten und Früchte (1882). Er stellte darin z. B. fest, dass die Aufrichtung der vorher abwärts gekehrten Blütenknospe des Mohns nicht durch eine Gewichtsveränderung der Knospe, sondern durch eine innere Umstimmung des Blütenschaftes der Schwerkraft gegenüber bedingt ist. Sehr wichtig war ferner der Nachweis, dass die Zygomorphie, resp. die Monosymmetrie der Blüten nicht angeboren, sondern durch die einseitige Wirkung der Schwerkraft bedingt ist und durch entsprechende Ver-

suchsanstellung beseitigt werden kann. Diese Tatsache lenkte ihn auf die in der Natur vorkommenden Blütenanomalien (1898), bei deren Erforschung er sich als einer der ersten Botaniker der statistischen Methode bediente.

Auf die drei Arbeiten über den Einfluss der *Temperatur* auf die Krümmung der Blütenknospen von Magnolia (1888) und auf die physiologische Stimmung geotropisch empfindlicher Stengelgebilde (1890 und 1898) sei hier nur kurz hingewiesen.

Überblicken wir Vöchting's Lebensarbeit, so imponiert zunächst die Fülle der neuen Erkenntnisse, die er in rastloser Tätigkeit gewonnen hat. Bei näherer Beschäftigung mit seinen Arbeiten tritt aber mehr und mehr ihre Qualität hervor. Ihr Stil ist abgerundet, die Disposition ebenso klar wie die feinen einfachen Zeichnungen. Was aber seine Arbeiten als klassisch in ihrer Art bezeichnen lässt, das ist die Klarheit und Weite der Fragestellung. Er blieb nie an Einzelheiten kleben, sondern suchte stets die Beziehungen zu den allgemeinen Problemen der Biologie aufzudecken. Sauberkeit der Versuchsanstellung und Genauigkeit der Beobachtung verbürgen eine absolute Zuverlässigkeit seiner Resultate. Infolge aller dieser Vorzüge haben Vöchting's Arbeiten die experimentelle Morphologie so gefördert, dass sie zu einem guten Teil als *sein* Arbeitsfeld bezeichnet werden muss. Vöchting wird darum in der Botanik stets als einer der erfolgreichsten Entwicklungsmechaniker gelten.

Verzeichnis der Publikationen Prof. Vöchting's.

1873. Zur Histiologie und Entwicklungsgeschichte von Myriophyllum. Nova acta Acad. Caes.-Leopold-Carol. german. natur. curiosor. Bd. 36. S. 1—18.

1873. Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen. Dissertation, Göttingen, I. Teil der Publikation aus
1874. Pringsheims Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik Band 9.

1876. Ueber den physiologischen Gegensatz zwischen Spitze und Basis der Pflanzen. Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde in Bonn. Allgem. Sitzung vom 5. Januar 1876.

1877. Ueber Teilbarkeit im Pflanzenreich und die Wirkung innerer und äusserer Kräfte auf Organbildung an Pflanzenteilen. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, herausgeg. von Pflüger. Bd. 15, S. 153—190.

1878. Ueber Organbildung im Pflanzenreich I. Untersuchungen über Wachstumsursachen und Lebenseinheiten. Bonn 1878.

1880. Ueber Spitze und Basis an den Pflanzenorganen. Botan. Zeitg. Bd. 38. S. 593.

1881. Johannes Hanstein, ein Nachruf. Botan. Zeitg. Bd. 39. S. 233.

1882. Die Bewegungen der Blüten und Früchte. Bonn 1882.

1884. Ueber Organbildung im Pflanzenreich II. Untersuchungen über Wachstumsursachen und Lebenseinheiten. Bonn 1884.

1885. Ueber die Regeneration der Marchantieen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 16.

1885. Ueber die Ursachen der Zygomorphie der Blüten. Ber. d. deutschen Botan. Ges. Bd. 3. S. 341.
1886. Ueber Zygomorphie und deren Ursachen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 17.
1887. Ueber die Bildung der Knollen. Bibliotheca botanica, Heft 4.
1888. Ein Dynamometer zum Gebrauch am Klinostat. Ber. d. deutschen bot. Ges. Bd. 6. S. 280.
1888. Ueber den Einfluss der strahlenden Wärme auf die Blütenentfaltung der Magnolia. Ber. d. deutschen bot. Ges. Bd. 6. S. 167.
1888. Ueber die Lichtstellung der Laubblätter. Botan. Zeitg. Bd. 46. S. 501.
1889. Ueber eine abnorme Rhizombildung. Botan. Zeitg. Bd. 47. S. 501.
1890. Ueber den Einfluss der Wärme auf die Blütenbewegungen der Anemone stellata. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 21.
1891. Ueber die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit. Botan. Zeitg. Bd. 49. S. 113.
1892. Ueber Transplantation am Pflanzenkörper, Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Tübingen 1892.
1893. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 25.
1894. Ueber die Bedeutung des Lichtes für die Gestaltung blattförmiger Cacteen. Zur Theorie der Blattstellung. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 26.
1894. Ueber die durch Pfropfen herbeigeführte Symbiose des Helianthus tuberosus und Helianthus annuus. Sitzungsberichte d. k. preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. II. Bd. S. 705.
1895. Zu T. N. Knight's Versuchen über die Knollenbildung. Kritische und experimentelle Untersuchungen. Botan. Zeitg. Bd. 53. S. 79.
1898. Ueber den Einfluss niedriger Temperatur auf die Sprossrichtung. Ber. d. deutschen bot. Ges. Bd. 16. S. 37.
1898. Ueber Blüten-Anomalieen. Statistische, morphologische und experimentelle Untersuchungen. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 31.
1900. Zur Physiologie der Knollengewächse. Studien über vikariierende Organe am Pflanzenkörper. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. 34.
1902. Zur experimentellen Anatomie. Nachr. d. k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; mathem.-physikal. Klasse Heft 5. S. 1—6 (vorl. Mitt.).
1902. Ueber die Keimung der Kartoffelknolle. Botan. Zeitg. Bd. 60. S. 87.
1902. Ueber den Sprosscheitel der Linaria spuria. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 38.
1904. Ueber die Regeneration der Araucaria excelsa. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 40.
1906. Ueber Regeneration und Polarität bei höheren Pflanzen. Botan. Zeitg. Bd. 64. S. 101.
1908. Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen, H. Laupp.

Nach Vöchtings Tod erschienen:

1918. Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. II. Die Polarität der Gewächse. Tübingen, H. Laupp.

Manuskript eingegangen 10. August 1918.

Prof. Julius Kollmann*)

† 24. Juni 1918.

Von

H. K. Corning.

Julius Kollmann wurde am 24. Februar 1834 in Holzheim geboren, einem Dorfe unweit der Donau bei Dillingen in Bayern. Sein Vater war ein höherer Forstbeamter, der sich durch besondere Erfolge in der Waldkultur rühmlich ausgezeichnet hatte. Auch hatte derselbe die Welt gesehen, denn als Soldat der bayerischen Armee war er manchen Zügen gefolgt, welche die napoleonischen Kriege veranlasst hatten. Klaren Verstandes und lebhaften Geistes hatte er die mannigfaltigen Erlebnisse jener bewegten Zeit gewissermassen als Ergänzung seiner kurzen Schulbildung verwertet. Von ihm hat der Sohn wohl eine gewisse Leichtigkeit in der Aufnahme neuer Ideen und auch das lebhafte Interesse für fremde Länder und Völker sowie für internationale Fragen geerbt, das vielfach in der Form seiner wissenschaftlichen Tätigkeit zu Tage trat.

Der Knabe wuchs mit 6 andern Geschwistern in steter Berührung mit der Natur, die ihn umgab, auf. Kaum 8 Jahre alt trat er in die Lateinschule zu Dillingen ein, um nach regelrecht absolviertem Gymnasialstudium im Jahre 1854 die Universität München zu beziehen. Das rege Interesse für die Medizin, welches ihm schon in früher Jugend eigen war, führte ihn dem Studium dieser Wissenschaft zu, wobei ihn die naturwissenschaftlichen Fächer am meisten fesselten. Dabei kam jedoch das studentische Leben nicht zu kurz; Kollmann war ein fröhlicher Student und die gesellschaftlichen Beziehungen, welche er in dem Korps Suevia anknüpfen durfte, waren für ihn eine Quelle des Genusses und der Erholung. Er dürfte, wie er sich mir gegenüber kurz vor seinem Tode äusserte, wohl der Letzte seiner gleichaltrigen Korpsbrüder gewesen sein.

---

*) Ein Bildnis des Verstorbenen findet sich in der »Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum« der Naturf. Gesellschaft in Basel (diese Verhandlungen, Bd. XXVIII, I. Teil, S. 192), da Kollmann einer der vier Senioren war, denen im Jubiläumsjahr 1917 die besondere Ehrung der Gesellschaft galt.

Im Sommer 1858 bezog er, nach Abschluss seiner medizinischen Studien, die Universität Berlin, um bei *Johannes Müller*, *Dubois-Reymond*, *Ehrenberg* und *Rudolf Virchow* Vorlesungen und Kurse zu besuchen. *Johannes Müller* hat ihn mächtig angezogen, obgleich das Interesse für vergleichende Anatomie, welches er auf den Besuch von *Müller's* Vorlesungen zurückführte, erst viel später durch den Einfluss von *Gegenbaurs* Schriften in seiner wissenschaftlichen Denkungsart zur vollen Entfaltung kam. Dass er schon damals von *Rud. Virchow* auf anthropologische Fragen hingewiesen wurde, halte ich für zweifelhaft; erst nach der Gründung der deutschen anthropologischen Gesellschaft im Jahre 1869 scheint er sich mit diesem Zweige der anatomischen Wissenschaft abgegeben zu haben. Die Vorlesungen und Kurse *Virchow's* über pathologische Anatomie scheinen bei dem jungen Mediziner, dessen Interessen sich weit mehr der normalen Anatomie zuwandten, keinen bleibenden Eindruck hinterlassen zu haben und mit praktisch-medizinischen Studien hat er sich während seiner Berliner Zeit nicht abgegeben.

Für seine spätere Laufbahn entscheidend war für ihn die Möglichkeit, eine Assistentenstelle bei dem Münchner Anatomen *Th. L. W. Bischoff* zu übernehmen, welche ihm noch während seines Aufenthaltes in Berlin angeboten wurde. Er übernahm die Stelle im Herbste 1859.

Bischoff's Richtung war diejenige der descriptiven Anatomie, wie sie an den meisten deutschen Hochschulen um die Mitte des letzten Jahrhunderts gelehrt wurde. Freilich hatte sich *Bischoff* sehr eingehend mit Entwicklungsgeschichte beschäftigt und vom Jahre 1842 an eine Reihe von sehr verdienstvollen und grundlegenden Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Säugetiere (Kaninchen, Hund, Reh) veröffentlicht, aber bei aller Genauigkeit der Beobachtung und Beschreibung, welche diese Abhandlungen heute noch lesenswert macht, nimmt doch die reine Aufzählung der Ergebnisse den breitesten Raum ein und eine Verwertung des Geschilderten für die allgemeine Auffassung des Entwicklungsvorganges fehlt gänzlich. Von einer Vergleichung der einzelnen Tierformen war keine Rede, obwohl schon in den Schriften *H. Rathke's* aus den dreissiger und vierziger Jahren wichtige Hinweise auf die Bedeutung der vergleichenden Methode enthalten waren. Ebensowenig waren in den anatomischen Arbeiten *Bischoff's* Anzeichen einer neuen Richtung vorhanden, höchstens wurde der physiologischen Bedeutung des Geschilderten gedacht, niemals des Zusammenhanges der Tatsachen; es fehlte der Versuch, dieselben unter einander zu verknüpfen und durch andere Formgestaltung

zu erklären. Aus dieser Schule hervorgegangen, hat sich Kollmann erst allmählich und sozusagen selbständig zu freierer Auffassung seiner Wissenschaft emporgerungen. Er hat es oft beklagt, von seinem Lehrer nur spärliche wissenschaftliche Förderung erhalten zu haben; nicht einmal eine Anregung zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen hat er von *Bischoff* empfangen. Die Schulung in der systematischen Anatomie war dagegen eine gute und Kollmann hat zeitlebens die Vorzüge derselben hochgeschätzt. Sie bestanden nicht zum Mindesten in einer Hochschätzung der groben, makroskopischen Anatomie, soweit sie sich für die Praxis verwerten lässt; auch die Präparationsmethode, welche im Seciersaale geübt wurde, hat diesem Umstande Rechnung getragen und wurde später von Kollmann im Basler Seciersaale eingeführt.

Im Jahre 1861 unternahm Kollmann eine für ihn äusserst bedeutungsvolle Reise nach England und Frankreich. In London lernte er *Owen, Huxley, Carpenter, Busk* und *Charpey* kennen; in Paris trat er zu *Claude Bernard* und *Flourens* in Beziehung. Mit den englischen und französischen Naturforschern und Anatomen hat er auch später, besonders nach seiner Übersiedelung nach Basel, die Beziehungen aufrecht erhalten und bei weiteren Besuchen in London und Paris erneuert. Er hat nicht bloss für seine wissenschaftlichen Arbeiten und Anschauungen daraus Nutzen gezogen, sondern auch manches für die Methodik des Unterrichtes sowie für die Technik der Herstellung der verschiedenartigsten Präparate nach Hause gebracht. Er war solchen Anregungen immer ausserordentlich zugänglich und gerne geneigt, neue Methoden auszuprobieren und zu verwerten, sogar bis in sein hohes Alter die Fortschritte der anatomischen Technik für seine eigenen Arbeiten heranzuziehen. So bewahrt die Basler anatomische Anstalt eine ganze Reihe von gut aufgestellten Präparaten der Knochenentwicklung auf, die er im Jahre 1907 zu eigener Belehrung angefertigt hatte.

So vorbereitet habilitierte er sich im Sommer-Semester 1861 an der Universität München für das Fach der Anatomie mit einer Schrift über die Entwicklung der Adergeflechte, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Er gab Kurse über mikroskopische Anatomie und hielt auch Vorlesungen über diesen Gegenstand. Ferner war er auf dem Seciersaale tätig. Später las er einzelne Kapitel der systematischen Anatomie, ferner chirurgische Anatomie, sowie, im Auftrage der Akademie der bildenden Künste, auch Anatomie für Künstler, ein Stoff, der ihn frühe anzog und den er später in seinem Lehrbuche der plastischen Anatomie für Künstler vorzüglich bearbeitet hat. Der Lehrauftrag an der Aka-

demie der bildenden Künste brachte ihn zu einer grösseren Anzahl von Künstlern in Beziehung, denen er manche Anregung verdankt. In jener Zeit hat Kollmann sich wohl auch die Fertigkeit im Zeichnen erworben, die später in den Vorlesungen über systematische Anatomie und über Entwicklungsgeschichte wertvolle Verwendung fand.

Im Jahre 1870 wurde er zum ausserordentlichen Professor an der Universität München ernannt; im Herbste des Jahres 1878 erhielt er einen Ruf auf den Lehrstuhl der Anatomie an der Universität Basel, den er bis zu seinem Rücktritte im Herbste 1913 innehatte.

In München verliess Kollmann einen Wirkungskreis, der, trotz mancher Einschränkung, doch in hohem Grade Befriedigung und Anregung gewährte. Im Frühjahr 1872 hatte er sich durch seine Verehelichung mit Fräulein Anna Maria Canton, der Tochter eines angesehenen Kaufmanns in Mainz, seinen eigenen Hausstand begründet. Sie brachte ihm ein reiches Gemüt und ein Herz voll hingebender Treue entgegen. Anspruchslos, tätig, ebenso gut wie verständig lebte sie einzig und allein für ihre Familie. Aus der 46jährigen Ehe entstammen zwei Söhne und zwei Töchter. Kollmann führte seine junge Frau in einen grossen Kreis Münchner Freunde ein. Im Mittelpunkte des geselligen Verkehrs standen damals noch *Liebig* und Prof. *von Siebold* sowie *Hornstein*. Zu intimen Freunden Kollmanns gehörten *Adolf Wilbrandt*, *Hans Hopfen*, *Viktor Müller*, *Pixis*, *Willich*, *Zittel*, *Bollinger*, der Schweizer Dichter *Leuthold*, *Seitz* und *Wilhelm Herz*. Der Beziehungen zu den Künstlern ist soeben gedacht worden, es wären hier noch zu nennen: *Makart*, *Piloty*, *Hans Thoma*, *Kaulbach*, *Böcklin*. Mit *Paul Heyse* bestand ebenfalls ein Verkehr und im befreundeten Hause *Dönniges* kam er viel mit *Geibel* und *Bodenstedt* zusammen. Wer Kollmanns lebhaftes Naturell kennen gelernt, kann sich leicht vorstellen, wie überaus wohl er sich in diesem Freundeskreise gefühlt hat. Noch jahrelang nach seiner Übersiedelung nach Basel hat es ihn immer wieder nach München gezogen, bis der Freundeskreis durch den Tod oder den Wegzug seiner Mitglieder sich aufgelöst hatte.

In Basel fand Kollmann reichlich Arbeit vor. Die anatomische Anstalt befand sich damals mit der pathologisch-anatomischen, der zoologischen und der physiologischen Anstalt zusammen in den Räumlichkeiten des Universitätsgebäudes, welche jetzt das zoologische Institut allein beherbergen. Schon daraus geht hervor, dass die Einrichtungen sehr primitiver Art waren. Man kann sich heutzutage schwer eine Vorstellung machen von der äussersten Kompression, die dort über die vier genannten Disziplinen ver-

hängt war. Nur mit besonderer Geschicklichkeit konnte man sich zurecht finden, wobei zwei Diener sich in seltener Verschränkung aneinander vorbeischoben. Anatomie und vergleichende Anatomie wurden von Kollmann und *Rütimeyer* in demselben Auditorium gelesen und es gehörte eine besondere Gewandtheit dazu, die für den Anschauungsunterricht bestimmten Präparate während der akademischen Viertelstunde wegzutragen resp. aufzustellen.

Die Lage gestaltete sich etwas günstiger, als schon nach zwei Jahren die pathologische Anatomie ein selbständiges Gebäude im Spitalgarten erhielt. Aber eine wirkliche Besserung wurde erst durch die Errichtung des für die Aufnahme der anatomischen und physiologischen Anstalt bestimmten Vesalianums geschaffen, welches im Herbste 1885 bezogen werden konnte.

Die Pläne für das neue Gebäude wurden von Kollmann und seinem Kollegen, dem Ordinarius für Physiologie, *Fr. Miescher*, gemeinsam ausgearbeitet. Zwar gelang es nicht, den Plan in seinem ganzen Umfange auszuführen; da die bewilligten Geldmittel nicht ausreichten, musste eine ziemlich weitgehende Beschränkung eintreten, allein der Plan und die Anordnung der Räume erwiesen sich als zweckmässig und genügten den Anforderungen während einer langen Reihe von Jahren. Erst mit der Zunahme des medizinischen Studiums gegen das Jahr 1905 wurde die Raumnot in beiden Anstalten wieder empfindlich, so dass im Jahre 1913, als Kollmann seine Professur niederlegte, die Frage eines abermaligen Neubaues, zunächst für die anatomische Anstalt allein, prinzipiell beschlossen wurde. Zu demselben wurde im Juli 1918, kurz nach Kollmanns Tod, der erste Spatenstich getan.

Im Vesalianum verblieb Kollmann auch nach seinem Rücktritte, bis ihn zunehmende Altersbeschwerden im Herbste des Jahres 1916 zwangen, auf eine Fortsetzung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit zu verzichten. Er hatte in den letzten drei Jahren über Anthropologie Vorträge gehalten, zum letzten Male Ende Juni 1916. Seit 1861, also während 55 Jahren hatte er als akademischer Lehrer gewirkt.

Neben der Hebung der anatomischen Anstalt war die damit zusammenhängende Ausbildung des Unterrichts eine der ersten Aufgaben, an welche Kollmann in Basel heranging. Er hatte laut seinem Anstellungsdekrete das ganze Fach der menschlichen Anatomie zu vertreten; so las er während 35 Jahren die systematische Anatomie, mit Ausschluss der Osteologie und Syndesmologie, daneben in der ersten Zeit auch noch topographische Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte. Ferner hielt er den histologischen Kurs ab und leitete die Secierübungen. In den letzten

zehn Jahren seiner Tätigkeit, als er sich mit der Abfassung eines Lehrbuches der Anthropologie beschäftigte, übernahm er die bis dahin vom Prosektor gehaltene Vorlesung über Osteologie und Syndesmologie und überwies diesem die Vorlesung über Entwicklungsgeschichte. Der Prosektor las vom Jahre 1890 an topographische Anatomie und Dr. *Hermann Griesbach* aus Mülhausen übernahm im Jahre 1884 die Vorlesung über allgemeine und spezielle Histologie.

Kollmann besass als Lehrer ganz ausgezeichnete Eigenschaften. Sein Vortrag war fliessend, lebhaft und anregend. Er bereitete seine Vorlesungen sorgfältig vor, indem er vor allem darauf bedacht war, etwas Vollständiges zu liefern und doch, auf der anderen Seite, der Erschöpfung sowohl des Gegenstandes als auch des Hörers aus dem Wege zu gehen. Im Winter-Semester wurden, wohl nach dem vom *Bischoff* herstammenden Usus, drei Leichen für die Vorlesung präpariert; die erste für die Muskellehre, die zweite, arteriell injicierte, für die Gefässlehre und die dritte für die Venen, insbesondere diejenigen der grossen Körperhöhlen und der Eingeweide. Auf diese Weise erhielt der Student ein weit anschaulicheres Bild des Verhaltens der Teile zu einander, als dasjenige sein kann, welches von einem getrockneten oder in Alkohol aufbewahrten Präparat geboten wird. Kollmann legte immer grossen Wert auf Demonstrationen; er beschränkte sich dabei immer auf das Wichtigste und verlor sich niemals in den Einzelheiten. Er begrüsste jeden Zuwachs an Hilfsmitteln für den Unterricht; so hat er mit der Zeit eine fast vollständige Sammlung aller Wachsmodelle zusammengebracht, welche die verschiedenen Entwicklungsvorgänge veranschaulichen. Er hat sich schon früh mit der Projektion von Diapositiven und mikroskopischen Präparaten abgegeben, aber auch hierin hütete er sich zu weit zu gehen; er legte sich in all diesen Dingen eine weise Beschränkung auf.

Das gilt auch für die Aufnahme neuer Tatsachen und Anschauungen in den anatomischen Lehrstoff; denn trotz seines sanguinischen Temperamentes und seines weitgehenden Interesses für die Ergebnisse der neueren Forschung war Kollmann in dieser Beziehung sehr kritisch. Zwar verfolgte er die neuere Literatur nicht bloss mit Hinblick auf seine wissenschaftlichen Arbeiten, sondern auch von dem Gesichtspunkte des akademischen Lehrers aus, auch besass er bis in sein höheres Alter die seltene Eigenschaft, umlernen und neue Anschauungen, auch wenn sie manchem Festgewurzelten widersprachen, in sich aufnehmen zu können. So hat er, von der systematischen Anatomie ausgehend, doch auch die von *Gegenbaur* vertretene morphologische Richtung in ihrer Be-

deutung für den Unterricht sehr hoch eingeschätzt; er zog die vergleichende Anatomie und die Entwicklungsgeschichte häufig zur Erklärung heran, aber er war damit, wie in allem, vorsichtig und vergass nie, dass er angehende Mediziner und nicht etwa Zoologen vor sich hatte. Die entwicklungsmechanischen Betrachtungen blieben ihm dagegen fremd, obgleich er ihre Bedeutung für die Lösung mancher Fragen nicht verkannte und nicht selten auch auf die Zukunft hinwies, welche ihnen besonders im Hinblick auf Fragen der Praxis vorbehalten sei. Für letztere hatte er aus seiner Münchner Zeit ein lebhaftes Interesse bewahrt, schon damals hatte er chirurgische Anatomie gelesen, ja sogar, von der Persönlichkeit *Nussbaums* angezogen, sich eine Zeit lang mit dem Gedanken getragen, zur Chirurgie überzugehen.

Um die Basler Universität und um seine neue Heimat hat sich Kollmann in mancher Hinsicht grosse Verdienste erworben. Er brachte aus München einen Sinn für die verschiedenartigsten gemeinsamen Bestrebungen mit, der gerade hier in glücklicher Weise sich äussern konnte. In der medizinischen Fakultät genoss er grosses Ansehen; auch den Angelegenheiten der Universität als Ganzes brachte er Interesse entgegen und schon vier Jahre nach der Übernahme der anatomischen Professur (1882) übertrug ihm das Vertrauen seiner Kollegen die Rektorwürde. Er war kurz darauf Dekan der medizinischen Fakultät, an deren Verhandlungen er bis an sein Lebensende lebhaften Anteil nahm. Auch sass er in zahlreichen Kommissionen. so in derjenigen für die ethnographische Sammlung, deren tätiger Präsident er während einiger Jahre war, ferner in der Kommission für die populären Vorträge und war auch zeitweilig Vorsitzender der naturforschenden und der medizinischen Gesellschaft, immer mit Wort und Tat für die Wissenschaft wirkend; in beiden hielt er zahlreiche Vorträge. Er war ein eifriger Besucher der Versammlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft.

Kollmann war persönlich einem sehr weiten Kreise von Anatomen, Anthropologen, Medizinern und Naturforschern, nicht bloss der Schweiz und Deutschlands, sondern auch des Auslandes bekannt. Es war ihm die persönliche Aussprache mit Menschen ein Bedürfnis und so kam es, dass er als ein regelmässiger Besucher der verschiedensten Kongresse und wissenschaftlichen Versammlungen mit vielen Fachgenossen in Verkehr trat. Zurzeit, da er Privatdozent in München war, bildeten die Versammlungen deutscher Naturforscher und Ärzte fast die einzige wissenschaftliche Veranstaltung dieser Art in Deutschland. Später, vom Jahre 1869 an kamen die Versammlungen der anthropologischen Gesellschaft dazu.

Kollmann war in beiden tätig, er war auch längere Zeit hindurch Sekretär der deutschen anthropologischen Gesellschaft und Herausgeber des Anthropologischen Korrespondenzblattes. Auch die internationalen medizinischen Kongresse hat er mehrmals besucht, so diejenigen von Berlin, Rom und London, ferner die Versammlungen der British Association of Science und der Association française pour l'avancement des sciences. Besonders waren es aber die Versammlungen der anatomischen Gesellschaft, welche ihn in den letzten 30 Jahren seines Lebens anzogen, hier hat er zahlreiche Vorträge gehalten, sich über manche Fragen wissenschaftlicher und technischer Natur Belehrung geholt und viele Verbindungen, besonders auch mit der jüngeren Generation von Anatomen angeknüpft. Bis gegen sein 75. Lebensjahr ist er nur selten den Versammlungen der anatomischen Gesellschaft ferngeblieben. Er hat derselben nicht unerhebliche Dienste geleistet bei der Revision der anatomischen Nomenclatur, deren Ergebnisse im Jahre 1895 von der Versammlung in Basel gutgeheissen wurden und in demselben Jahre, von *W. His* herausgegeben, im Drucke erschienen. Kollmann war auch sonst ein wertvolles, für jede gemeinnützige Bestrebung leicht zu gewinnendes Mitglied der Gesellschaft; so hat er z. B. an dem Plane von *W. His*, ein Institut für Hirnforschung zu errichten, lebhaften Anteil genommen. Sein leicht sanguinisches Naturell und seine angenehmen Umgangsformen machten ihn bei allen Kollegen beliebt und manche freundschaftliche Beziehung wurde auf den Versammlungen der Gesellschaft angeknüpft.

Kollmanns erste Publikation erschien im Jahre 1860 unter dem Titel: Über den Verlauf der Lungenmagennerven in der Bauchhöhle, mit 2 lithographierten Tafeln, in dem 5. Bande der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, als eine von der Münchner medizinischen Fakultät gekrönte Preisschrift; die letzte Arbeit aus dem Jahre 1915 handelte von Termitengängen im Schädeldache zweier amerikanischer Pygmäen. Zwischen beiden Arbeiten liegt ein Zeitraum von 55 Jahren und eine reiche wissenschaftliche Tätigkeit auf den verschiedensten Gebieten.

Als Kollmann im Jahre 1858 seine akademische Laufbahn an der Münchner anatomischen Anstalt antrat, war die mächtige Anregung zur Um- und Neugestaltung der anatomischen Wissenschaft, welche das erst im Jahre 1859 erschienene Werk *Darwin's*: „On the origin of species“ brachte, noch nicht erfolgt. Wir können uns heutzutage nur schwer in den Zustand der Wissenschaft von damals hineindenken. Wohl hatten *Johannes Müller* und auch *Heinrich Rathke* die Wege gewiesen, auf welchen *Gegenbaur* die

vergleichende Morphologie zu Ehren brachte, aber erst 1859 erschien des Letzteren Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, in welchem gewissermassen das Programm der neuen Schule aufgestellt wurde. Erst erheblich später, in der ersten Hälfte der siebziger Jahre, griff der Einfluss *Gegenbaurs* unter den jüngeren Anatomen um sich. An den meisten deutschen Universitäten wurde die menschliche Anatomie rein descriptiv-systematisch behandelt, etwa so wie sie uns in der ersten Auflage von *Henle's* Handbuch überliefert ist, höchstens belebt mit Ausblicken auf die Physiologie der Organe oder auf die praktische Bedeutung gewisser Verhältnisse. In eine solche Schule war Kollmann bei *Bischoff* eingetreten. Die Tatsachen hatten vor allem Wert: auf ihre Verknüpfung und Bedeutung kam es erst in zweiter Linie oder auch gar nicht an. So ist es durchaus begreiflich, wenn Kollmanns Erstlingswerk eine genaue Darstellung des Verlaufes und der Verbreitung des N. vagus brachte. Bemerkenswert ist der Nachweis, dass der linke Vagus, die Chorda oesophagei post. gewisser Autoren, im Speiseröhrengeflechte eine grosse Anzahl Fasern vom vorn gelegenen rechten Vagus aufnimmt und bloss den kleineren Teil seiner Äste an den Magen, die meisten dagegen an die Leber, die Milz, die Niere und Nebenniere entsendet und ausserdem den ganzen Dünndarm versorgt. Die Innervation des Dünndarms durch den Vagus wird in den meisten Lehrbüchern der Anatomie nicht erwähnt (ein Hinweis fehlt bei *Gegenbaur*, *Krause*, *Poirier* und *Charpey*, *Gray*, *Cunningham*). Erst vor kurzem ist die Tatsache sowohl für Affen als für den Menschen von *P. Donker* (Anat. Anz. 51, 1918) allerdings ohne Anführung der Kollmann'schen Abhandlung wieder aufgedeckt worden.

Im Jahre 1861 erschien die Habilitationsschrift „Über die Entwicklung der Adergeflechte", welche zum ersten Male diese Bildungen als entstanden durch die Einstülpung der noch epithelialen Hirnwandung nachgewiesen hat, wie das heute an jedem Querschnitte durch ein frühfetales Gehirn zu erkennen ist.

Aus der ersten Münchner Zeit stammen eine ganze Reihe von Abhandlungen histologischen Inhaltes. So behandelt die Arbeit: „Zur Anatomie der Niere" 1864, die Zerhältnisse der feineren Gefässverzweigung in der Niere, besonders das Kapillarnetz der Rinde und den Verlauf und die Verzweigung der Gefässe der Marksubstanz. — Der Aufsatz „Über die Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne" (1869) stellt die erste von einer Reihe Untersuchungen über die Zahngebilde dar, die auch heutzutage noch lesenswert sind. Kollmann hat darin zum ersten Male versucht, eine ganze Anzahl von Zahnanomalien durch die normale Entwick-

lungsgeschichte der Zahnleiste und der einzelnen Zähne zu erklären. Er behandelte dabei die erste Anlage der Milchzähne, die Anlage der Keime für die Ersatzzähne, die Varietäten der Zähne und der Zahnbildung, das Schmelzoberhäutchen, die Konturlinien im Zahnbein. Die Arbeit Kollmanns hat definitiv die von französischen Autoren (*Robin, Magitot* u. A.) vertretene Ansicht widerlegt, dass die Zähne mit all' ihren Teilen sich in der Tiefe der Schleimhaut von freien Stücken und unabhängig von der oberen Schleimhautlage und ihrem Epithel entstehen und die von *Kölliker, Waldeyer* und *Hertz* vertretene Ansicht der Entstehung aller Zahngebilde aus einer epithelialen und einer mesodermalen Anlage als richtig erwiesen. Als Ergänzung zu der grösseren Arbeit erschienen eine Reihe von kleineren Mitteilungen über die Struktur der Zähne, während der Jahre 1869—1872 in den Sitzungsberichten der Münchner Akademie der Wissenschaften. Die Anregung zur Beschäftigung mit der Histologie scheint Kollmann von *Hessling* erhalten zu haben, welcher seit den fünfziger Jahren in München auf diesem Gebiete tätig war. Kollmann hatte sich mit der von *Thiersch* eingeführten und vervollkommneten Technik der Gefässinjektion vertraut gemacht und dieselbe schon in seiner Arbeit über den feineren Bau der Niere in Anwendung gebracht, dann bei den Untersuchungen über das Gefässystem der Mollusken, welche er im Jahre 1874 in der Zoologischen Station zu Neapel anstellte. In das Jahr 1877 fällt auch die Arbeit über die Bindesubstanz der Acalephen, in welcher Kollmann über die Entstehung der leimgebenden Fibrillen Ansichten äussert, die den landläufigen Vorstellungen der damaligen Zeit widersprachen, aber der neueren Lehre in vielen Punkten sich nähern. Weitere histologische Arbeiten handeln von Häutchenzellen und Myxom (1876), von strukturlosen Membranen (1876), von dem Baue der roten Blutkörperchen (1873), über die Unterbrechung des Kreislaufes in der Spongiosa der Knochen und über die Bedeutung der Arachnoidealzotten (1880), über tierisches Protoplasma (1882). Mit der Abgabe der Vorlesung über Histologie an Prof. *Griesbach* aus Mülhausen im Jahre 1884 scheint Kollmanns Interesse an der histologischen Forschung erlahmt zu sein; er wandte sich von nun an besonders zwei Gebieten zu, einerseits der Entwicklungsgeschichte, resp. der vergleichenden Anatomie, anderseits der somatischen Anthropologie, von denen das letzgenannte ihn bis an sein Lebensende beschäftigte (seine letzte Publikation, aus dem Jahre 1915, war anthropologischen Inhaltes).

Kollmann hatte sich schon in München mit embryologischen Untersuchungen abgegeben, wie seine Abhandlung über die Ent-

wicklung der Zähne beweist. Auch hatte er sich schon vor seiner Übersiedelung nach Basel mit der Entwicklungsgeschichte des Hühnchens vertraut gemacht. Es lag das eben im Zuge der damaligen Zeit, als die Schriften *Darwins*, die Anthropogenie, und die generelle Morphologie von *Haeckel* die neue Richtung der tierischen Morphologie zu bestimmen begannen. Kollmann hat oft geschildert, welche Wirkung die Schriften *Darwins* schon in den sechziger Jahren auf ihn ausgeübt hatten; es „sei ihm wie Schuppen von den Augen gefallen" und seit jener Zeit war der Descendenzgedanke in seinem wissenschaftlichen Denken und Arbeiten der vorherrschende. In mehreren populären Schriften hat er sich mit der Descendenztheorie beschäftigt, obgleich er allerdings an dem eigentlichen Kerne der *Darwin*'schen Lehre, der Selectionstheorie, stillschweigend vorbeigegangen ist. An der späteren Entwicklung der Descendenzlehre durch *Weismann*, den Angriffen auf die Selectionstheorie, die mit dem Anfange der neunziger Jahre auf einander folgten, hat er nicht mehr teilgenommen; aber seine entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten fussten auf der Descendenztheorie und wiesen immer wieder auf dieselbe hin. Die Reihe dieser Arbeiten begann mit der im Jahre 1879 erschienenen Schrift über die menschlichen Eier von 6 mm Grösse, es folgten Arbeiten über die Verbindungen zwischen Coelom und Nephridium, über Muskel-Varietäten (1883), über das Überwintern von europäischen Frosch- und Tritonenlarven und die Umwandlung des mexikanischen Axolotls (1883), über den Randwulst und den Ursprung der Stützsubstanz (1884), über Körperform und Bauchstiel eines menschlichen Embryos von 2,5 mm Länge (1890), über Furchung des Selachiereies (1886), die Entwicklung der Chorda dorsalis des Menschen (1890), über die Körperform menschlicher normaler und pathologischer Embryonen (1889), über die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen (1891), Beiträge zur Embryologie der Affen (1892), Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen (1898), die Entwicklung der Lymphknoten im Blinddarm und in dem Processus vermiformis (1900), Kreislauf der Placenta, Zotten und Telegonie (1901), Handatlas der Entwicklungsgeschichte des Menschen, 2 Bände (1907).

Die Arbeiten über menschliche Entwicklungsgeschichte schlossen sich an diejenigen von *His* an, welcher in der Entwicklungsgeschichte menschlicher Embryonen (1880—1885) das Gebiet zusammenfassend bearbeitet hatte. Die Arbeit über das Überwintern der Frosch- und Tritonlarven bildete den Ausgangspunkt für die spätere Forschung über diesen Gegenstand; die Erscheinung der Persistenz der Larvenform wurde später von *Boas* mit der Be-

zeichnung Neotenie belegt. Die Mannigfaltigkeit der Arbeiten legt wohl Zeugnis ab für die verschiedene Richtung von Kollmanns Interesse auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte.

Im Jahre 1869 war die deutsche anthropologische Gesellschaft gegründet worden. Kollmann, der sich schon in den sechziger Jahren mit anthropologischen Studien abgegeben hatte, schloss sich sofort der Gesellschaft an, deren Versammlungen er während einer langen Reihe von Jahren regelmässig besuchte. Die Übernahme der Stelle des Sekretärs der Gesellschaft und des Herausgebers des anthropologischen Korrespondenzblattes brachten ihn in Beziehungen zu den deutschen und zu vielen ausländischen Anthropologen. Seine früheste anthropologische Arbeit stammt aber erst aus dem Jahre 1873; sie handelt von altgermanischen Gräbern in der Umgebung des Starnbergersees. Im Jahre 1877 folgt eine Arbeit über Schädel aus alten Grabstätten Bayerns, in welcher sämtliche in München vorhandenen Gräberschädel Bayerns einer rassenanatomischen Untersuchung unterworfen wurden. Von 1880 bis 1915 verging fast kein Jahr, in welchem Kollmann sich nicht publizistisch mit der Anthropologie beschäftigt hätte. Ich führe folgende Arbeiten besonders auf: Beiträge zu einer Kraniologie der europäischen Völker (1882—1883) und zahlreiche weitere Abhandlungen über die europäischen Menschenformen, die er aus allen Perioden untersuchte, um ein Gesamtbild der europäischen Menschheit und ihrer körperlichen Entwicklung zu gewinnen. Ein Hauptergebnis dieser Untersuchungen lag in dem Nachweis zweier typischer Formen in der Schädel- und Gesichtsgestaltung, für welche er die Bezeichnung Lepto- und Chamaeoprosopie (Lang- und Breitgesichter) einführte. Eine grosse Überraschung brachte die Schrift: Der Mensch von Schweizersbild aus Nuesch: Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus palaeolithischer und neolithischer Zeit (1895, zweite Auflage 1901), in welcher zum ersten Male das Vorkommen eines Pygmäenvolkes unter der Urbevölkerung Europas nachgewiesen wurde an Hand der zahlreichen in Schweizersbild (Kt. Schaffhausen) gefundenen, im Schweiz. Landesmuseum zu Zürich aufbewahrten Knochenresten. Durch seine Abhandlung hat Kollmann die Kenntnis der normalen Zwergformen stark gefördert; er hat zuerst auf die weite Verbreitung der Pygmäen über den ganzen Erdball hingewiesen, sowie auf ihre Verschiedenheit von den hochgewachsenen Formen. Er nimmt an, dass sie als Formen aufzufassen seien, welche einer früheren Schöpfungsgeschichte des Menschen angehören als die hochgewachsenen Varietäten. Im ganzen Bereiche der Säugerwelt zeigt sich, dass im allgemeinen die grossen Formen von kleinen abstammen. Die Vor-

läufer der grossen Varietäten waren nach Kollmann also wohl zunächst Pygmäen.

Endlich sei auch der mit dem Künstler *W. Büchly* zusammen durchgeführten Arbeit „Über die Persistenz der Rassen und die Rekonstruktion der Physiognomie prähistorischer Schädel" gedacht, aus dem Jahre 1898. Kollmann und *Büchly* haben unter Benutzung der von *W. His* bei der Rekonstruktion der Gesichtsformen *Joh. Seb. Bachs* angewandten Methode die Weichteile auf einem aus Auvernier am Neuenburgersee stammenden Schädel modelliert und so die Gesichtszüge eines prähistorischen Menschen der Nachwelt vor Augen gestellt. Die Arbeit hat, ebenso wie der Gipsabguss der Büste, eine weite Verbreitung gefunden; es scheint auch, dass die Methode, trotz der geäusserten kritischen Bedenken, doch innerhalb gewisser Grenzen berufen ist, die Frage nach der Gesichtsform der prähistorischen Rassen zu lösen. Das Ergebnis hat übrigens die stets von Kollmann verteidigte These bestätigt, dass die Menschenrassen eine grosse Beständigkeit besitzen und im Laufe der Jahrtausende nur geringfügige Änderung erfahren.

Während der letzten zehn Jahre seines Lebens beschäftigte sich Kollmann mit der Abfassung eines Lehrbuches der somatischen Anthropologie, mit zahlreichen Abbildungen, dessen Erscheinen durch den Ausbruch des Weltkrieges verhindert wurde. Manuskript und Abbildungen liegen fast druckfertig vor, so dass wir zur Hoffnung berechtigt sind, dass nach Eintritt normaler Verhältnisse das Werk zur Ausgabe gelangen kann und die Früchte einer über 40jährigen Beschäftigung mit dem Gegenstande uns nicht verloren gehen werden.

Eine Reihe von populären und halbpopulären Schriften ist im Literaturverzeichnis aufgeführt. Sie behandeln meist die Descendenzlehre, auch anthropologische Themata, ferner Fragen wie diejenige nach der Zweckmässigkeit der Fussbekleidung, die Schulhygiene vom anatomischen Standpunkte aus u. dgl. mehr. Sie liefern einen weiteren Beweis für die Vielseitigkeit von Kollmanns Interessen und für seine Bereitwilligkeit, die weitere Öffentlichkeit über anatomische Fragen aufzuklären.

Ein Werk Kollmanns auf ganz anderm Gebiete verdient besondere Erwähnung. Ich meine seine „Plastische Anatomie des menschlichen Körpers", die in erster Auflage im Jahre 1886 erschien, in dritter Auflage im Jahre 1910. Es gehört zum Besten, das Kollmann geschrieben hat; die Darstellung ist geschickt, der Stil fliessend und klar, die Abbildungen mit viel Sorgfalt ausgewählt. Man merkt es dem Buche an, dass Kollmann sich viel mit bildender Kunst beschäftigt hatte und wohl auch aus seinem

ausgedehnten Verkehr mit Künstlern der verschiedensten Richtung während seiner Münchner Zeit manchen Nutzen für die Auffassung der äusseren Formen des menschlichen Körpers gezogen hatte.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, hat Kollmann nach den verschiedensten Richtungen eine reichliche Arbeit für die Wissenschaft und für die Universität Basel geleistet. Sein Andenken wird bei den vielen Studierenden, die er im Laufe seiner 52jährigen Dozentenzeit in die Grundwissenschaft des medizinischen Studiums einführen durfte, ein dauerndes sein. Seine Leistungen auf wissenschaftlichem Gebiete sind erhebliche und zum Teil auch dauernde. Jeder ist das Kind seiner Zeit. Kollmann gehörte in die Periode, als der Descendenzgedanke durch die Selectionstheorie *Darwins* eine neue Begründung zu erhalten schien und mächtig auf die wissenschaftlichen Anschauungen und Leistungen einwirkte, um von der Mitte der neunziger Jahre an allmählich diese Rolle an die durch *Roux* präzisierte Entwicklungsmechanik abzugeben. In jüngeren Jahren hat Kollmann die Bedeutung der Descendenztheorie erkannt und wie manch' anderer hat er in Vertretung des neuen und vielfach angefochtenen Gedankens auch Pionierarbeit getan. Sein lebhaftes sanguinisches Naturell hat ihm manche Anfeindung zugezogen. Aber niemals hat er scharf geantwortet; beim Durchgehen seiner Schriften fällt die milde vornehme Art auf, mit der er seinen Gegnern erwiderte. Er hat niemals Händel gesucht und seine Milde nahm mit dem Alter zu.

Verzeichnis der Publikationen Prof. Kollmann's.

1860. Ueber den Verlauf der Lungenmagennerven in der Bauchhöhle mit 2 lith. Tafeln. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1860. Eine von der med. Fakultät in München gekrönte Zeitschrift.

1860. *Hessling* und *Kollmann:* Atlas der allgemeinen tierischen Gewebelehre. Nach der Natur photographiert von Jos. Albert, Hofphotograph in München. Leipzig 1860. 2 Lieferungen.

1861. Die Entwicklung der Adergeflechte. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Habilitationsschrift mit 1 Tafel. Leipzig. Engelmann.

1864. Zur Anatomie der Niere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XIV. 2 Tafeln.

1868. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Menschen. Zeitschr. f. Biologie. IV. 1868 mit 1 Tafel.

1869. Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XX. mit 2 Tafeln.

1869. Ueber Hyperdentition und Dislokation einzelner Zähne. Sitz.-Ber. der Münchner Akad. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 6. März.

1869. Die Interglobularräume in der Substantia eburnea der Zähne. ibid. 6. März.

1869. Ueber das Schmelzoberhäutchen und die Membrana praeformativa. ibid. 6. Febr.

1869. Ueber die Struktur der Elephantenzähne. ibid. 4. Nov.

1871. Ueber Linien in Schmelz und Cement der Zähne. ibid. 2. Dez.
1872. Zahnbein, Schmelz und Zement, eine vergleichend histologische Studie. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIII.
1873. Ueber den Einfluss des Wassers auf die weissen Blutkörperchen. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Münchner Akad. d. Wiss. 6. Dez.
1873. Altgermanische Gräber in der Umgebung des Starnbergersees. 1 Tafel. ibid. 6. Dez.
1873. Bau der weissen Blutkörperchen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIII. 1 Tafel.
1874. Mechanik des menschlichen Körpers, mit 69 Holzschnitten. 8°. München, Oldenburg.
1875. Die Cephalopoden in der zoologischen Station zu Neapel. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVI.
1875. Der Kreislauf des Blutes bei den Lamellibranchiern, den Aplysien und den Cephalopoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVI.
1876. Aus dem Leben der Cephalopoden. Vierteljahrschr. f. wiss. Zool. Band I.
1876. Strukturlose Membranen bei Wirbeltieren und Wirbellosen. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Münchner Akad. d. Wiss. 7. Juni.
1876. Häutchenzellen und Myxom. Virchows Archiv. 68.
1877. Haben die Mollusken einen geschlossenen oder einen unterbrochenen Kreislauf? Mitteilung in der VII. Sektion (Zoologie) auf der 50. Versammlung deutscher Naturforscher-Aerzte in München. Bericht s. 177.
1877. Die Bindesubstanz der Acephalen. Archiv f. mikroskop. Anat. XIII.
1877. Schädel aus alten Grabstätten Bayerns. Mit 3 Taf. Beitr. 3. Anthropologie und Urgeschichte Bayerns. Band I.
1878. Die Aufgaben des anatomischen Unterrichts. Eine Rede, gehalten beim Antritt des Lehramtes zu Basel am 10. Mai 1878. Basel. Georg & Cie.
1879. Die menschlichen Eier von 6 mm Grösse. Archiv f. Anat. und Entwicklungsgesch. 1879. 275—309.
1879. Ein alter Anatom und ein neuer Kulturhistoriker. Deutsche Revue. III. Bd.
1880. Verschollene Kulturvölker. Deutsche Revue. IV. Band.
1881. Ein wissenschaftlicher Kongress auf afrikanischem Boden. Deutsche Revue. V. Band.
1881. Virchow. Ein Artikel zu der Feier seiner 25jährigen Lehrtätigkeit in Berlin. Korrespondenzblatt für Schweizer Aerzte, XI. No. 22.
1881. Europäische Menschenrassen. Mitteilungen der Wiener anthropologischen Gesellschaft. 4°.
1881. Les races humaines de l'Europe, et la composition des peuples. C. rend. de l'assoc. française pour l'avanc. des Sc. Session à Rouen. 16 Avril 1881. p. 742.
1881. Eine Begutachtung über die Beschuhung der Infanterie im Anschluss an die neueren Schriften. Korrespondenzbl. f. Schweiz. Aerzte. 1881. No. 21.
1882. Ueber Verbindungen zwischen Coelom und Nephridium. Festschr. z. Feier d. 300jähr. Bestehens der Julius Maximilians-Universität zu Würzburg, gewidmet von der Universität Basel. Mit 3 Tafeln. 4°.
1882. Ueber tierisches Protoplasma. Biol. Centralblatt, II. No. 3 u. 4.
1883. Referat über Huxleys wissenschaftliche Vorträge, L. Rütimeyers Studien zur Geschichte der Hirschfamilie, und Rieger, Ueber die Beziehungen der Schädellehre zur Physiologie. Biol. Centralblatt, III. No. 21.
1883. Zur Begriffsbestimmung organischer Individuen. Biol. Centralbl. III. No. 3.
1883. Die Wirkung der Correlation auf den Gesichtsschädel des Menschen. Allg. Wiener med. Zeitung. 1883. No. 40.
1883. Rationelle Schuhform. Korrespondenzblatt f. Schweizer Aerzte. 1883.

1883. Muskelvarietäten als Spuren alter Herkunft des Menschen. Biol. Centralblatt. 1883.
1883. Elementares Leben. Sammlung gemeinverständl. wissenschaftl. Vorträge, herausgegeben von R. Virchow u. Hotzendorf. Heft 423.
1883. Gestalt und Grössenentwicklung menschlicher Embryonen bis zum Schlusse des 2. Monats, von W. His. Referat im Schweizer. Korrespondenzbl. 1883.
1883. Die Autochthonen Amerika's. Zeitschr. f. Ethnologie. 1883.
1883. Pori aquiferi und Intercellulargänge im Fusse der Lamellibranchiaten u. Gastropoden. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. VII. Jahrg., 2 Heft, s. 3.
1883. Das Ueberwintern von europäischen Frosch- und Tritonlarven und die Verwandlung des mexikanischen Axolotls. Verh. der Naturf. Ges. in Basel. VII. 387.
1883. Deux espèces de variations corrélatives dans le crâne facial de l'homme. C. rend. Assoc. franc. av. Sc. Congrès de Rouen. 1883.
1883. L'hivernage de larves de grenouilles et de tritons d'Europe, et la metamorphose de l'Axolotl de Mexique. Rec. zool. suisse. t. I.
1883. Ueber den Wert pithekanthropoider Formen an dem Gesichtsschädel des Menschen. — Die Wirkung der Korrelation auf den Gesichtsschädel des Menschen. Korrespondenzbl. d. deutschen anthrop. Ges. 1883. No. 11.
1884. Die Anpassungsbreite der Batrachier und die Korrelation der Organe. Zool. Anz. 1884. No. 167.
1884. Intracelluläre Verdauung in der Keimhaut von Wirbeltieren. Rec. zool. suisse. t. I.
1884. Craniologische Mitteilungen. Antiqua, Zürich. 8°°. No. 7.
1) Schädel aus dem Pfahlbau auf dem Haumesser.
2) Schädel aus dem Pfahlbau auf dem grossen Hafner.
1884. Craniologische Mitteilungen. Ein Schädel aus der Pfahlbaute bei Bevaix und die Ausgrabungen in Hermence. Antiqua, Zürich. 8°°, No. 8.
1884. Hohes Alter der Menschenrassen. Zeitschr. f. Ethnol. 1884.
1884. Der Randwulst und der Ursprung der Stützsubstanz. Archiv f. Anat. u. Physiol (Anat. Abt). 1884. Mit 3 Tafeln.
1884. Ein Nachwort. Arch. f. Anat. u. Physiol (Anat. Abt.). 1884.
1885. Ueber gemeinsame Entwicklungsbahnen der Wirbeltiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. 41.
1885. Rassenanatomie der europäischen Menschenschädel. Naturforscher-Vers. in Strassburg. Sektion f. Anat. u. Anthrop.
1884. Das Totenfeld in Confignon. Kt. Genf. Antiqua, Nr. 11 (1884).
1884. Der Mesoblast und die Entwicklung der Gewebe bei Wirbeltieren. Biol. Centralbl. III.
1885. Die Verbreitung des blonden und des brünetten Typus in Mitteleuropa. Korrespondenzbl. d. deutschen anthrop. Ges.
1885. Gemeinsame Entwicklungsbahnen der Wirbeltiere. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abt.). 1885.
1886. *Weismann, A.* Die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung für die Selectionstheorie. *R. Virchow.* Ueber Akklimatisation ein kritisches Referat. Biol. Centralblatt. V. 1886.
1886. Plastische Anatomie des menschlichen Körpers. Ein Handbuch f. Künstler u. Kunstfreunde. Leipzig 1886. In III. Auflage erschienen 1910.
1886. Zwei Schädel aus Pfahlbauten u. die Bedeutung desjenigen von Auvernier für die Rassenanatomie. Mit 2 Abbild. Verh. der Naturf Ges. zu Basel 1886. VIII.
1886. Ueber den Flug der Vögel. Biol. Centralblatt V.

1886. Ueber Forschung am Selachiereie. Die Geschichte des Primitivstreifens bei den Meroblastiern. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. VIII. 1. Heft.
1887. Ethnologische Literatur Nordamerika's. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. VIII. 2. Heft.
1889. Handskelett und Hyperdaktylie. Mit 1 Taf. Anat. Anz. 1889.
1889. Die Anatomie menschlicher Embryonen von B. His. Eine Ankündigung. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel.
1889. Die Körperform menschlicher normaler und pathol. Embryonen. Arch. f. Anat. u. Phys. (anat. Abt.). 1 Tafel. 1889.
1889. Die Menschenrassen Europa's und Asiens. Verh. der Ges. deutscher Naturf.-Aerzte in Heidelberg. 1889.
1889. Körperform u. Bauchstiel eines menschl. Embryos von 2,5 mm Länge. ibid.
1876—1885. Jahresberichte über Rassenanatomie des Menschen in den Jahresb. f. Anat. u. Phys. von Hofmann und Schwalbe.
1880—1890. Referate über die Fortschritte der Anatomie in den Jahresberichten über die Fortschritte der medizin. Wissenschaften, herausgegeben von R. Virchow und Hirsch.
1890. Zur Entwicklung der Chorda dorsalis beim Menschen. Anat. Anz. 1890.
1891. Die neuesten Forschungen über den Aufbau des Wirbeltierkörpers. Korrespondenzblatt f. schweizer. Aerzte. XXI. 1891.
1891. Die Rumpfsegmente menschl. Embryonen von 13—35 Urwirbeln. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abt.). 3 Tafeln. 1891.
1892. Noch einmal Herr v. Török. Entgegnung von . . . Korrespondenzblatt d. deutschen anthrop. Ges. XXIII. Jahrg. No. 1.
1892. Beiträge zur Embyologie der Affen. Arch. f. Anat. u. Phys. (Anat. Abt.). 1 Tafel. 1892.
1892. Der IX. internationale Congress für Anthropologie und Urgeschichte in Moskau vom 8.—20. Aug. 1892. Arch. f. Anthrop. XXI. u. XXII.
1892. Die Menschenrassen Europa's und die Frage nach der Herkunft der Arier. Korrespondenzblatt d. deutschen anthrop. Gesellschaft. 1892.
1892. Schädelfund im Löss bei Wöschnau. Menschliche Skelettreste im Löss bei Wyhlen. Ein Schädel von Genthod. Alte Gräber bei Sion. Schädel aus dem Gräberfelde von Grenchen. Alte Gräber auf dem Wolff. Verh. d. naturf. Ges. zu Basel. Bd. X. 1892.
1892. Affenembryonen aus Sumatra und Ceylon. Anat. Anz. VII.
1892. Sur l'existence des pygmées dans les temps neolithiques en Europe. Monitore zool. ital. V.
1892. La musculature anale des singes candés et des singes non candés comparée avec celle de l'homme. ibid.
1892. Die Formen des Ober- und Unterkiefers bei den Europäern. Schweiz. Vierteljahrschr. f. Zahnheilkunde. II.
1893. Die ethnologischen und rassenanatomischen Studien in Britisch Indien. Internat. Arch. f. Ethnographie. VI.
1894. Das Schweizersbild bei Schaffhausen und Pygmäen in Europa. Mit 1 Taf. und Figuren im Text. Zeitschr. f. Ethnologie. 1894.
1894. Pygmäen in Europa. Anatom. Anzeiger. Verh. der anat. Gesellschaft in Strassburg.
1895. Pygmies in Europe. Journ. of the anthrop. Institute of Great Britain and Ireland. 6 Textabbildungen.
1895. Handsammlung für die Studierenden in den anatomischen Instituten. Anat. Anz. Verh. der anat. Gesellschaft.

1895. Der Mensch von Schweizersbild n. Nuesch. Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus palaeolithischer und neolithischer Zeit. Denkschrift d. schweiz. Naturf. Ges. XXXV. 1895. 4⁰ mit 4 Tafeln. 2. Aufl. 1901.

1895. Die Herstellung der Teichmannschen Injectionsmasse. Anat. Anz. Verh. der Anat. Gesellschaft in Basel.

1896. Flöten und Pfeiffen aus Alt-Mexico. Bastian-Festschrift Berlin. 1896. 15 Textfiguren.

1898. Ueber die Beziehungen der Vererbung zur Bildung der Menschenrassen. Korrespondenzblatt der deutschen anthrop. Ges. Bericht über die XXIX. allg. Versammlung in Braunschweig. No. 11.

1898. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen mit 386 Abbildungen.

1898 *J. Kollmann* und *W. Büchly*. Die Persistenz der Rassen und die Rekonstruktion der Physiognomie prähistorischer Schädel. Mit 3 Tafeln. Arch. f. Anthropologie. XXV.

1898. Die Weichteile des Gesichtes u. die Persistenz der Rassen. Anat. Anz. XV.

1900 Ueber die Entwicklung der Placenta bei den Makaken. Anat. Anz. XVII. Mit 6 Figuren im Text.

1900. Die angebliche Entstehung neuer Rassentypen. Korrespondenzblatt der deutschen anthrop. Gesellschaft. No. 1. 1900.

1900. Die Entwicklung der Lymphknötchen in dem Blinddarm und dem Proc. vermiformis, die Entwicklung der Tonsillen und die Entwicklung der Milz. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abt.). 1900.

1900. Nachtrag zu der Mitteilung über die Fingerspitzen von Corcelettes. Korrespondenzbl. der deutschen anthrop. Ges. 1900. No. 10.

1901. Bemerkungen zu den Ergebnissen der Untersuchung des Herrn Dr. Koeze über die Negritoschädel. In Dr. Koeze Crania ethica philippina. Haarlem. 1901—1904. 4⁰.

1901. Kreislauf der Placenta, Chorionzotten und Telegonie. Zeitschrift für Biologie. 42. 1901.

1901. Die Fingerspitzen aus dem Pfahlbau von Corcelettes und die Persistenz der Rassen. Archivio per l'Antropologia e l'Ethnologia. XXXI.

1902. Die Gräber von Abydos. Korrespondenzbl. d. deutschen anthrop. Ges. 1902. No. 11 u. 12.

1902. Pygmaeen in Europa und Amerika. Globus 1902. No. 21.

1905. Varianten am Os occipitale, besonders in der Umgebung des For. occipitale magnum. Anat. Anz. Verh. der anat. Gesellschaft XIX. Vers. in Genf.

1906. Die Schädel von Kleinkems und die Neandertal-Spy Gruppe. Arch. für Anthropologie. N. F. V.

1906. Die Bewertung einzelner Körperhöhen als Rassenmerkmale. Wiener med. Wochenschr. 1906.

1907. Nekrolog auf Prof. Emil Schmid. Gemeinsam mit Bardeleben geschrieben. Anat. Anz. XXX.

1907. Handatlas der Entwicklungsgeschichte des Menschen, mit 800 Abbildungen und kurzem begleitenden Texte. 2 Bände. Jena. Fischer.

1908. Die Neandertaler-Spy Gruppe. Bericht über die Prähistoriker-Versammlung am 23.—31. Juli 1907 zur Eröffnung des anthropolog. Museums in Köln. Köln 1908. 4⁰.

1908. Ein dolichocephaler Schädel aus dem Dachsenbühl und die Bedeutung der kleinen Menschenrassen für die Abstammung der grossen. Korr. Bl. d. deutschen anthrop. Ges. XXXIX.

1909. Kleine Menschenformen unter den eingeborenen Stämmen von Amerika, Verh. des XVI. internat. Amerikanistenkongresses Wien 1909. Mit 21 Fig. im Texte.
Die Rassenmerkmale der Hand und die Persistenz der Rassenmerkmale. Arch. f. Anthrop. XXVIII.
1911. Das Problem der Gleichheit der Rassen. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1911.
1914. Der Schädel Friedrich v. Schillers. Deutsche Revue 1914.
1915. Termitengänge im Schädeldach zweier amerikanischer Pygmaeen. Arch. f. Anat u. Physiol. (Anat. Abt.). Suppl. Band. 1915.

Manuskript eingegangen 21. Oktober 1918.



Prof. Dr. Courvoisier

Phot. H. Pfützner, Basel.

Zum Gedächtnis an Professor Dr. Ludwig Courvoisier.

(Mit einem Porträt.)

Von

Albert Lotz.

Am 8. April 1918 kurz nach Mitternacht starb an einer Lungenentzündung im Alter von 74½ Jahren Prof. Ludwig Georg Courvoisier. Der Verstorbene war seit dem Jahre 1889 Mitglied unserer Gesellschaft und hat sich neben den Arbeiten in seinem Spezialfach auf verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften hervorragend betätigt, sodass es wohl gerechtfertigt erscheinen mag, wenn wir hier seiner gedenken und seinen Lebensgang an uns vorbeiziehen lassen.

Ludwig Georg Courvoisier wurde am 10. Nov. 1843 in Basel geboren als ältestes von 9 Geschwistern. In die erste Schulzeit fiel ein Ereignis, das dem noch nicht 8jährigen Knaben unauslöschliche Erinnerungen einprägte: eine Reise nach Malta. In den Aufzeichnungen, die von der Hand des Verstorbenen vorliegen, findet sich eine von jugendlicher Frische getragene Schilderung dieser Reise und des dreivierteljährigen Aufenthaltes auf der Insel.

Über die Gymnasialzeit in Basel schreibt Courvoisier selbst:

„Unter meinen damaligen Lehrern war nur einer, der mir und allen meinen Mitschülern imponierte und dessen Unterricht in Mathematik und Naturkunde uns begeisterte, es war der nachmalige Rektor des Gymnasiums Prof. Dr. Fritz Burckhardt. Ihm verdanke ich die ersten und nachhaltigen Anregungen zum Beobachten der Natur. Unter seiner Führung und auch allein durchstreiften eine Anzahl gleichgesinnter Schulfreunde botanisierend Basels Umgebungen. Und das damals begonnene Herbarium habe ich bis in die Universitätsjahre hinein durch eifriges Sammeln immer weiter ergänzt. Die medizinischen Studien liessen aber dafür keine Zeit mehr übrig. Erst Ende der 70er Jahre habe ich mich anlässlich der Ferienaufenthalte in verschiedenen Teilen der Schweiz wieder ernstlich mit Botanik zu beschäftigen begonnen; und was meine Berufstätigkeit in Riehen und Umgebung mir an

Mussezeit übrig liess, das habe ich zur Anlegung eines besonderen, ziemlich ansehnlichen „Riehener Herbariums“ benützt, das ich später dem hiesigen botanischen Institut geschenkt habe.“

Courvoisier hat alles, was er unternommen hat, gründlich betrieben und so blieb er auch auf dem Gebiete der Botanik kein blosser Dilettant. In dieser Hinsicht kann er seinen befreundeten Kollegen *Hagenbach-Burckhardt* und *Bernoulli-Sartorius*, ebenfalls bekannte Pflanzenkenner, an die Seite gestellt werden. Nach Hagenbachs Tode ist Courvoisier als sein Nachfolger zum Präsidenten der botanischen Kommission ernannt worden.

Die schon während der Schulzeit erwachte Liebe zur Natur wurde später durch den glänzenden Unterricht *Rütimeyers* mächtig gefördert; äussere Gründe hielten Courvoisier ab, speziell Naturwissenschaft zu studieren und er entschloss sich einem früheren Wunsche gemäss zum Studium der Medizin. Es ist bezeichnend für den Eifer und den Fleiss des jungen Studenten, dass er sich auch durch mehrere schwere Krankheiten von seinem Vorhaben nicht abhalten liess; immer wieder nahm er mit erneuter Energie die unterbrochenen Studien auf. Als erste Frucht derselben erhielt er 1865 den vollen Preis für die Lösung der von der medizinischen Fakultät gestellten Preisaufgabe über: „Die Histologie des sympathischen Nervensystems.“

Es folgten zwei Semester in Göttingen, wo *Krause* und namentlich der berühmte *Hasse* wirkten; dann die Übernahme der Unterassistentenstelle an der Basler chirurgischen Klinik unter *Socin*. Von jeher hatte die Chirurgie am meisten Anziehungskraft auf den jungen Courvoisier ausgeübt; und jetzt, wo ihr Listers Lehre von der Antisepsis so erfolgreiche Perspektiven eröffnete und in Socin einen so eifrigen Anhänger fand, war es gegeben, dass sich Courvoisier immer mehr der Chirurgie zuwandte. Als Assistenzarzt der chirurgischen Klinik bestand er mit Auszeichnung sein Staats- und Doktorexamen; seine Dissertation behandelte den „Mikroskopischen Bau der Spinalganglien.“

Nach zweijähriger arbeitsreicher Assistentenzeit folgten Aufenthalte in London, Wien und Prag. Hier traf Mitte August 1870 die Aufforderung ein, nach Karlsruhe zu kommen, wo Socin die Leitung des grossen Bahnhoflazaretts übernommen hatte. Als Operationsassistent wurde der junge Chirurge angestellt und hatte als solcher reichlich Gelegenheit, auch selbständig zu operieren. Mitten in seine Karlsruher Tätigkeit fällt die Ernennung zum Hausarzte des Diakonissenspitals in Riehen, wohin ihm Fräulein Leopoldine Sachs aus Karlsruhe als verständnisvolle und liebenswürdige Gattin folgte.

Bei der ganzen Veranlagung Courvoisiers scheint es selbstverständlich, dass neben seiner Tätigkeit als Arzt und Spitalleiter sein Sinn vornehmlich auf wissenschaftliche Betätigung gerichtet war. Mehrfache Krankheiten, vor allem eine schwere spezifische Infektion, die er sich bei einer Operation zugezogen hatte, wirkten hemmend ein. Um so mehr müssen wir staunen über die zähe Energie, welche immer wieder alle Hindernisse überwand.

Nach verschiedenen casuistischen Mitteilungen erschien Mitte der 70er Jahre ein „Lehrbuch der häuslichen Krankenpflege", das sich grosser Verbreitung erfreute und später noch vier Auflagen erlebte. Die im Februar 1880 gehaltene Habilitationsvorlesung befasste sich mit medizinisch-historischen Untersuchungen über den Basler Chirurgen *Felix Würtz*.

Schon früher hatte Courvoisier über operative Behandlung von Magenaffektionen berichtet; die 1883 erschienene Publikation über die sog. Gastroenterostomia posterior, d. h. die künstliche Verbindung der hinteren Magenwand mit einer Dünndarmschlinge, verdient deshalb besondere Erwähnung, weil die von Courvoisier ausgeführte hintere Gastroenterostomie die erste Operation dieser Art war.

1886 erschien die grosse Arbeit über die „Neurome", welche die erste, das beträchtliche klinische Material verwertende Monographie dieser Art genannt werden darf. — Von da an häufen sich die Veröffentlichungen aus dem Gebiete, auf welchem Courvoisier recht eigentlich zum Spezialforscher und zur Autorität geworden ist, den Krankheiten der Gallenwege. Das Hauptwerk bilden die im Jahre 1890 erschienenen 375 Seiten starken Casuistisch statistischen Beiträge zur Pathologie und Therapie der Gallenwege.

Im Vorwort hiezu schreibt der Verfasser: „Erprobte Meister haben hier die Führung übernommen und zahlreiche Jünger sind ihnen in wetteifernder Tätigkeit gefolgt. Unter diesen ist es auch mir schon ziemlich frühe vergönnt gewesen, an der gemeinsamen Arbeit mich zu beteiligen und im Laufe der Zeit eine nicht unbeträchtliche Reihe glücklicher Operationen auszuführen. Aber nicht die Lust, auf Grund eigener Beobachtungen hier öffentlich mitzureden, sondern wesentlich ein anderes Motiv treibt mich, über die Sache zu schreiben. Es ist meine innerste Überzeugung, dass auf diesem Gebiete noch viele Erfahrungen gesammelt werden müssen."

Mit seiner Arbeit hatte Courvoisier ein Standardwerk geschaffen, denn tatsächlich waren bis dahin die Erkrankungen der Gallenwege noch nie in bestimmtem Hinblick auf deren chirurgische

Therapie bearbeitet worden. Und getreu seiner Aufforderung im Vorwort hat er selbst eifrig weiter gearbeitet und seine grundlegenden Ansichten durch weitere acht Publikationen ergänzt. Wie hoch angesehen Courvoisier unter Fachmännern war, beweist am besten die ihm übertragene Bearbeitung der Cholelithiasis in Kocher und de Quervains Encyklopaedie der gesamten Chirurgie.

Die äussere Anerkennung wurde Courvoisier zu teil durch die Ernennung — 1888 — zum ausserordentlichen, 1899 zum ordentlichen Professor; bis 1912 wirkte er als Dozent und seine Vorlesungen und Repetitorien zeichneten sich aus durch Klarheit und Prägnanz.

Es ist hier nicht der Ort, alle die vielen Ehrenstellen aufzuzählen, durch deren Bekleidung der Verstorbene seiner Vaterstadt und seinem weiteren Vaterlande gedient hat. Wir erwähnen nur, dass er als Präsident der Eidg. Medizinalprüfungskommission und als Mitglied des Basler Erziehungsrates amtete und in diesen Stellungen überaus wertvolle Dienste geleistet hat. Auch hier — wie in wissenschaftlichen Fragen — stand Courvoisier oft mit Nachdruck zu seiner Meinung und verfocht als aufrechter Mann das, was er einmal als wahr und richtig erkannt hatte.

Dies betrifft auch namentlich ein Wissensgebiet, auf welchem sich der Verstorbene besonders noch in letzter Zeit sehr intensiv betätigte und von welchem wir noch etwas ausführlicher zu sprechen haben: ich meine die Entomologie.

Es ist geradezu erstaunlich, wie Courvoisier neben seiner beruflichen und anderweitigen Inanspruchnahme noch genügend Zeit gefunden hat, sich in dieses Gebiet einzuarbeiten. Die Naturforschende Gesellschaft verdankt dieser Arbeit vor allem zwei Vorträge, nämlich 1912 über: Variabilität bei Schmetterlingen und 1915 über: Mikroskopische Befunde an Schmetterlingsflügeln.

Das Spezialgebiet, auf welches sich Courvoisiers Forschungen erstrecken, sind die Lycaeniden oder Bläulinge, über welche mehr als 20 teils kleinere, teils grössere Publikationen in den führenden entomologischen Zeitschriften aus seiner Feder erfolgten. In den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaften Basel finden sich: in Band XXI (1910): Übersicht über die um Basel gefundenen Lycaeniden

in Band XXVII (1916): Über Männchenschuppen bei Lycaeniden; und

in Band XXVIII (1917): Über Nebenformen, Rassen und Zwischenformen bei Lycaeniden.

Eine Fortsetzung zu dieser letzten Arbeit fand sich im Nachlasse und wird im Band XXX unserer Verhandlungen demnächst erscheinen.

Es steht dem Verfasser als Laien nicht zu, die Verdienste Courvoisiers inbezug auf die Lycaenidenforschung zu bewerten. Ich lasse daher dem bekannten Entomologen Prof. *Seitz* das Wort. Er schrieb 1914 in der „Deutschen Entomologen-Zeitschrift Iris“:

„Die Synonymie des Genus Lycaena“ von Courvoisier ist durchaus klassisch durchgearbeitet; mit einer kaum je erreichten Gründlichkeit sind die Quellenforschungen durchgeführt und alle Namen, die behandelt werden, durch die gesamte Literatur verfolgt.“

Ferners lesen wir vom gleichen Autor in der „Entomologischen Rundschau“ (März 1917):

„An so zahlreichen Beispielen wird mit den Kenntnissen unseres gegenwärtig ersten Lycaenidenspezialisten und an der Hand einer Riesenspezialsammlung die Unhaltbarkeit seither in ihrem Charakter als Rasse niemals angezweifelter Lycaenidenformen dargetan, dass man erschrickt, wie wenige dieser Formen einer sachlichen und durchgeführten Kritik standhalten.“

Aus diesen kritischen Besprechungen zweier Arbeiten geht deutlich hervor, wie hoch von fachmännischer Seite Courvoisiers Verdienste auch im Auslande angeschlagen worden sind.

Nach dem Tode des Herrn F. Riggenbach-Stehlin, der während 25 Jahren die Insektensammlung des Basler Naturhistorischen Museums verwaltet hatte, wurde im Jahre 1904 von der Regenz Herr Prof. Courvoisier als sein Nachfolger in die Kommission gewählt. Mit Liebe und Sachkenntnis nahm sich der Verstorbene der ihm nun unterstellten Entomologischen Abteilung an und hat trotz dem diese Aufgabe erschwerenden lästigen Platzmangel unentwegt an der Vermehrung und Ordnung der umfangreichen Bestände gearbeitet. Sein grosses Interesse am Gedeihen des Museums seiner Vaterstadt hat er schliesslich noch in seinem Testament bekundet durch Vergabung seiner höchst wertvollen und tadellos gepflegten Sammlung von Schmetterlingen aus der Gruppe der Lycaeniden. In über 100 Rahmen enthält sie rund 16,000 Exemplare, 1370 Arten repräsentierend, mit zahlreichen Nebenformen und Aberrationen in Färbung und Zeichnung. Die erstaunliche Mannigfaltigkeit dieser Aberrationen bildete ein Lieblingsstudium des Verstorbenen. Nach der Bestimmung des Testators darf die Sammlung Gelehrten zu Studienzwecken zugänglich gemacht und gelegentlich unter Führung auch weiteren Kreisen vorgewiesen werden.

Die gestiftete Sammlung, welche für die genannte Gruppe der Bläulinge wohl die reichste der Welt sein dürfte, ist die Frucht der mühevollen Arbeit eines langen Lebens.

Aber bei all diesem umfangreichen Schaffen war Courvoisier nicht etwa ein trockener Stubengelehrter. — Im Gegenteil!

Für alles Gute und Schöne begeistert und begeisterungsfähig, im Umgange stets liebenswürdig und zuvorkommend und auch bei entgegengesetzter Meinung nie verletzend. Dabei von ächt vornehmer Gesinnung, jedem spekulativen Wesen abgeneigt, hatte er vom ärztlichen Berufe eine hohe Auffassung.

Trotz allerlei Leiden und Gebrechen erfreute er sich bis ins Alter einer ausnehmenden Rüstigkeit und beneidenswerten Elastizität. Als schon 72jähriger Herr hat er mühelos eine Tour über das Hohtürli unternommen und noch im vergangenen Sommer verlebte er prächtige Ferientage im Lötschental, wo er in fast jugendlicher Frische und Beweglichkeit mit seinen geliebten Bläulingen wetteiferte.

Mitten aus einem arbeitsreichen Leben hat er ohne langes Krankenlager scheiden dürfen.

Die Naturforschende Gesellschaft verliert mit ihm ein treues Mitglied, dem die Wunder der Natur viel Grosses und Schönes geoffenbart haben.

Verzeichnis der entomologischen Publikationen von Prof. L. G. Courvoisier.[1]

1897. *Die Lycaeniden des Simplon.* Societas Entomologica XII. Jahrg., Nr. 3 und 4.

1903. *Ueber Aberrationen der Lycaeniden.* Mitteil. Schweiz. Entomolog. Ges., Bd. XI, p. 18—25, Taf. II.

1905. *Präparation des Rippenverlaufs der Lycaenidenflügel.* Insektenbörse, XXII. Jahrg.

1907. *Ueber Zeichnungsaberrationen bei Lycaeniden.* Zeitschr. wissensch. Insektenbiologie, Bd. III, p. 8—11, 33—39, 73—78, Taf. I.

1910. *Uebersicht über die um Basel gefundenen Lycaeniden.* Verhandl. Naturf. Gesellsch. Basel, Bd. XXI, p. 153—164.

1911. *Entdeckungsreisen und kritische Spaziergänge ins Gebiet der Lycaeniden.* Entomol. Zeitschr. XXIV. Jahrg.

1911. *Einige neue oder wenig bekannte Lycaenidenformen.* Iris, Jahrg. 1911, p. 103—109, Taf. II.

1912. *Ueber Zeichnungsaberrationen bei Lycaeniden.* Iris, Jahrg. 1912, p. 38—65, Taf. IV und V.

1912. *Zur Nomenclatur der Chrysophanus-Arten.* Intern. Entom. Zeitschr. Guben, p. 29—49.

---

[1]) Ein Verzeichnis der zahlreichen medizinischen Schriften ist enthalten im Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, Jahrg. 1918, Nr. 39, pag. 1318.

1912. *Berichtigung.* do., p. 161.
1912. *Einige Gedanken über Typen, Stammformen, Varietäten, Subspezies, Rassen und Aberrationen.* Entomolog. Mitteilgn. Bd. I, Nr. 11, p. 354—363.
1912. *Zur Nomenclatur der Lycaena argus-Gruppe.* Intern. Entomol. Zeitschr. Guben, p. 213—248.
1912. *Javanische Lycaeniden.* Tijdschr. voor Entomologie, Deel LV, p. 15—19, Taf. 3.
1913. *Erwiderung.* Intern. Entomol. Zeitschr. Guben, p. 63—64 und 69—72.
1913. *Nochmals die Argus-Nomenclatur.* do., p. 112—115.
1913. *Zur Nomenclatur und Diagnose der europäischen Theclinen.* do., p. 231—252.
1913. *Nachtrag zu meiner Arbeit: „Zur Nomenclatur der Lycaena argus-Gruppe“.* do., p. 312.
1913. *Einige neue oder wenig bekannte Lycaenidenformen.* Entomol. Mitteilgn. Bd. II, Nr. 10, p. 289—297.
1914. *Nomenclatorische Sünden und Probleme.* Intern. Entomol. Zeitschr. Guben, p. 51—53, 55—57, 63—65, 67—69, 75—77, 79—80, 87—89, 91—92, 99—100, 105—106, 109—111.
1914. *Zur Synonymie des Genus Lycaena.* Iris, Bd. XXVIII, p. 143—229.
1915. *Zu Chrysophanus dorilis Hufn = acrion Pontoppidan.* Intern. Entomol. Zeitschr. Guben, p. 18.
1916. *Ueber Zwischenformen bei Lycaeniden.* Mitteilgn. Schweiz. Entomol. Gesellsch. Bd. XII.
1916. *Ueber Männchenschuppen bei Lycaeniden.* Verhandl. Naturf. Gesellsch. Basel, Bd. XXVII, p. 11—48, Taf. I und II.
1916. *Ueber Lycaena thersites Cant.* Entomol. Rundschau XXIII. Jahrg., p. 17—18, 22—24, 28—29.
1917. *Ueber Nebenformen, Rassen und Zwischenformen bei Lycaeniden.* Verhandl. Naturf. Gesellsch. Basel, Bd. XXVIII, p. 265—293.
† 1918. *Ueber Chrysophanus virgaureae L. und seine Nebenformen.* Iris, Bd. XXXII, Heft 1/2, 32 S.
† 1918—19. *Ueber Nebenformen und Zwischenformen bei Lycaeniden.* II. Teil. Verhandlgn. Naturf. Ges. Basel, Bd. XXX, im Druck.

Manuskript eingegangen 28. Oktober 1918.

Ein Kessel für Bogen und Funken unter erhöhtem und vermindertem Druck.

(Mit 5 Texfiguren.)

Von

Aug. Hagenbach.

Die Aufgabe des Apparates, der in dieser Notiz beschrieben werden soll, ist, Bogen oder Funken innerhalb der Druckgrenzen von null bis etwa zwanzig Atmosphären betreiben zu können, besonders zur Untersuchung der spektralen Eigenschaften des Lichtes, aber auch zur Feststellung der elektrischen Verhältnisse mittels Sondenmessungen.

Der früher verwendete Kessel[1]) hat zwar gute Dienste geleistet, aber er hatte den grossen Nachteil, dass das Einsetzen der Elektroden sehr unbequem war. Durch die relativ kleine Öffnung im Deckel konnte man gerade nur mit einer Hand hindurchgreifen und musste die Manipulationen ohne etwas zu sehen durchführen. Ein gutes Justieren der Elektroden war langwierig. War eine Änderung an der Lampe notwendig, was bei solchen Apparaten immer einmal vorkommen kann, so musste der grosse Deckel abgehoben werden und dazu alle Teile, die auf demselben befestigt oder durch ihn durchgeführt waren, wie der Lampenmechanismus, entfernt werden. Dazu waren zahllose Schrauben herauszunehmen, was eine umständliche und zeitraubende Prozedur war.

Der neue Kessel sollte alle diese Nachteile vermeiden und ich gelangte zu folgendem Prinzip der Bauart. Die Lampe, die Stromzuführungen und die Reguliervorrichtungen sollen alle im Deckel befestigt werden. Dieser wiederum soll mit möglichst wenig Schrauben mit dem Kessel verbunden und gedichtet werden. Dann hat man beim Abheben des Deckels alle Teile der Lampe offen vor sich. Anderseits aber müssen Manometer, Hähne für Gaszuführung direkt in den Kessel führen, sodass diese Teile beim Verändern der Elektroden oder beim Reinigen des Beobachtungsfensters unverändert gelassen werden können. Im folgenden lasse

---

1) A. Hagenbach, Physik. Zeitschr. **10**, p. 649, 1909.

ich kurz die Beschreibung der Einrichtung folgen, ohne mich auf alle Einzelheiten einzulassen. Die beigegebenen Abbildungen mögen als Ergänzung dienen.

Der **Kessel** ist ein zylindrisches Gefäss von 29 cm Höhe und 19,5 cm innerer Öffnung mit einer Wandstärke von 2,3 cm aus Grauguss gegossen. Die Innenseite ist gut ausgedreht, damit man den Kessel leicht reinigen kann. Er enthält seitlich zwei Gaszuführungen, die mit sorgfältig eingeschliffenen Hähnen (Konusverschluss) versehen sind. Eine dritte Einführung dient zum Anschluss eines Druck- oder Vakuummanometers. Auf der Vorderseite ist eine runde Öffnung von 5 cm durch eine 2 cm dicke Quarzplatte verschlossen und beidseitig mit Gummiringen abgedichtet. Zum Austritt des Lichtes bleibt noch 4 cm Öffnung frei. (Vergl. Abbildung 1 vorn und Abbildung 3 rechts im Kessel.)

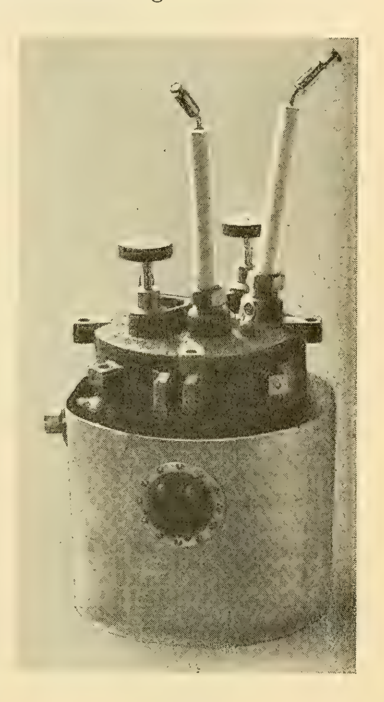


Fig. 1.

Der ganze Kessel ist in einen Behälter aus Zinkblech hineingestellt, deren unterer Teil einen Durchmesser von 31 cm und deren oberer einen von 40 cm aufweist. Man erkennt auf Abb. 1, die während der Konstruktion des Apparates aufgenommen wurde, den Kessel mit lose aufgesetztem Deckel im unfertigen Wasserbehälter. Das Beobachtungsfenster wie auch alle übrigen seitlichen Einführungen müssen natürlich auch durch den Wassertrog geführt und abgedichtet sein.

Gegenüber dem Quarzfenster ist noch eine weitere runde Öffnung von 7,5 cm Durchmesser für folgende Zwecke eingeschnitten. Erstens ist für Sondenmessungen im Bogen eine Glasplatte, durch die eine nach allen Seiten bewegliche Sonde eingeführt werden kann, einsetzbar. Die genügende Beweglichkeit der Sonde wird dadurch erreicht, dass sie durch einen Kautschukpfropfen geführt wird. Zweitens kann für Untersuchungen im Bogen mit senkrecht zu einander stehenden Elektroden eine Elektrode, die durch eine Glasplatte geführt ist, horizontal eingesetzt werden. Als vertikale Elektrode dient dann die untere Elektrode der im Deckel befestigten Lampe. Die horizontale

Elektrode ist in einem Halter gefasst, der durch eine gute Stopfbüchse in ihrer Längsrichtung verschiebbar ist, sodass etwa eine Kohlenelektrode beim Abbrennen nachgeschoben werden kann.

Man erkennt die ganze Einrichtung in der Abbildung 3 auf dem Tische vor dem Kessel liegen. Vorn ist zum Schutz gegen Wärme eine Asbestplatte befestigt. Drittens kann eine horizontale Metallelektrode mit Wasserkühlung eingesetzt werden. Die Konstruktion ist aus untenstehender Zeichnung (Abb. 2) ersichtlich. Ein eisernes Rohr R von 1,7 cm Weite trägt vorn die Elektrode E, die durch ein Gewinde G mit der Röhre verbunden und abgedichtet ist. Die Elektrode wird aus dem zu untersuchenden Metall gewählt und ist vorn passend abgeschrägt. Durch das Ansatzrohr a und die innere Röhre r fliesst das Wasser bis unmittelbar unter die zu kühlende Strombasis; durch die Röhre b fliesst das Wasser ab. Durch zwei Gummiringe g_1 und g_2 wird der Elektrodenhalter

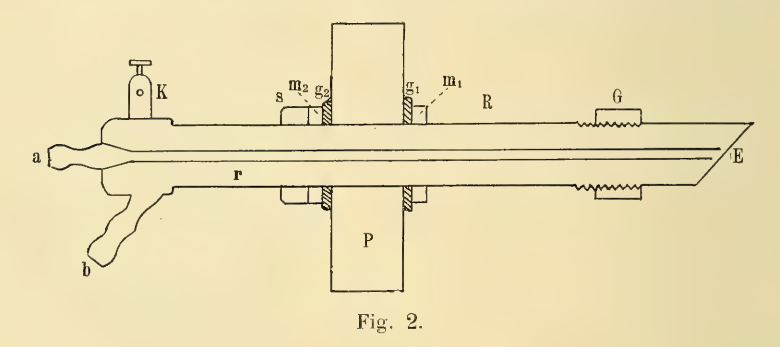


Fig. 2.

gegen die Glasplatte P abgedichtet, indem man einen mit der Röhre verlöteten Metallring m_1 und einen beweglichen m_2 mit der Schraubenmutter s zusammenpresst. Die 2 cm dicke Glasplatte wird auch wieder mit zwei Gummiringen gegen den Kessel abgedichtet, indem ein Metallring (auf Abb. 3 links auf dem Tische sichtbar) durch eine Anzahl Schrauben den nötigen Druck ausübt, wie bei der Quarzfensterdichtung. Die Glasplatten dienen zur Isolation gegen den Kessel. Wird keine der drei genannten Einrichtungen gebraucht, so wird die Öffnung durch einen massiven Eisenzylinder (auf Abb. 3 in der Mitte stehend) verschlossen.

Die **Bogenlampe** mit vertikalen Elektroden, auch als Funkenstrecke brauchbar, sitzt im Deckel. Auf Abb. 3 sieht man den Deckel an dem angebrachten Galgen hochgezogen. Die Elektrodenzuführungen sind beide gegen den Deckel durch Porzellanröhren hoch isoliert, was für Funken unter Druck absolut notwendig ist. Die Elektrodenhalter gestatten eine Drehung um eine

horizontale und eine vertikale Achse und eine seitliche Verschiebung, sodass es möglich ist, den Bogen, wenn notwendig, näher an das Fenster zu bringen oder ihn weiter abzurücken, auch sind dadurch die Elektroden schief zu einander zu stellen. Die beiden Halter sind mit Marmorstücken von den Stangen isoliert, in denen der

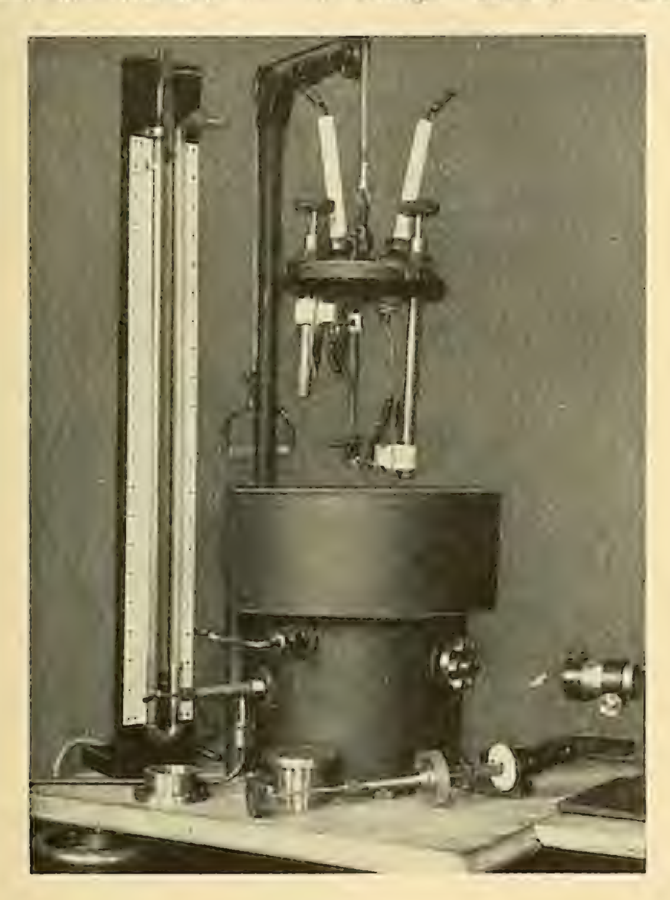


Fig. 3.

Bewegungsmechanismus für vertikale Verschiebung jeder Elektrode für sich eingebaut ist. Diese Reguliervorrichtung der Bogen- oder Funkenlänge geschieht durch Drehung grosser runder Fiberplatten auf dem Deckel (siehe Abb. 3). Die Bogenlänge kann an einer Trommel in Zehntel Millimetern abgelesen werden.

Die **Stromeinführung** ist mit grosser Sorgfalt ausgeführt worden und bewährt sich gut. Bei Funken unter Druck müssen

ausserordentlich hohe Spannungen angewendet werden und man muss deshalb nach Möglichkeit der Gefahr des Durchschlagens begegnen. Die anzuwendenden Potentiale steigen proportional dem Druck, so dass man auch bei relativ kleinen Funkenstrecken kräftige Induktorien verwenden muss. In untenstehender Zeichnung (Abb. 4) ist die Stromzuführung im Querschnitt skizziert.

Der Kupferdraht L von 4 mm, der unter dem Deckel zu einer Elektrode führt, wird durch eine besonders dazu hergestellte Porzellanröhre P gesteckt und abgedichtet. Diese hat eine Länge von 30 cm und einen äussern Durchmesser von 25 mm. Auf eine Länge von 10 cm am untern Ende beträgt die Wandstärke der Röhre 10 mm, während der obere Teil nur 5 mm dick ist. Jede Elektrode ist also gegen den Kessel, der durch die Wasserkühlung mit der Erde verbunden ist, durch eine Schicht von 10 mm Porzellan isoliert. Die Zuführung wurde nun mit je einem Gummiring g_1 und g_2 oberhalb und unterhalb der Verengung durch eine feste und eine bewegliche Metallplatte p_1 und p_2 abgedichtet, indem die Schraubenmutter m_1 kräftig angezogen wurde. Diese Art der Dichtung erwies sich nach verschiedenen andern Proben als die sicherste. Ganz ähnlich wurde nun dieser Isolator im Deckel D durch die Gummiplatte g_3, den Metallring p_3 und die Schraubenmutter m_2 luftdicht eingeführt. Zwei Rippen am untern Ende der Porzellanröhre verhindern ein eventuelles Herausdrücken aus dem Deckel. Bei allen Gummidichtungen muss stets eine l o s e Metallplatte vor der Druckschraube liegen, weil sonst der Kautschuck beim Anziehen reisst.

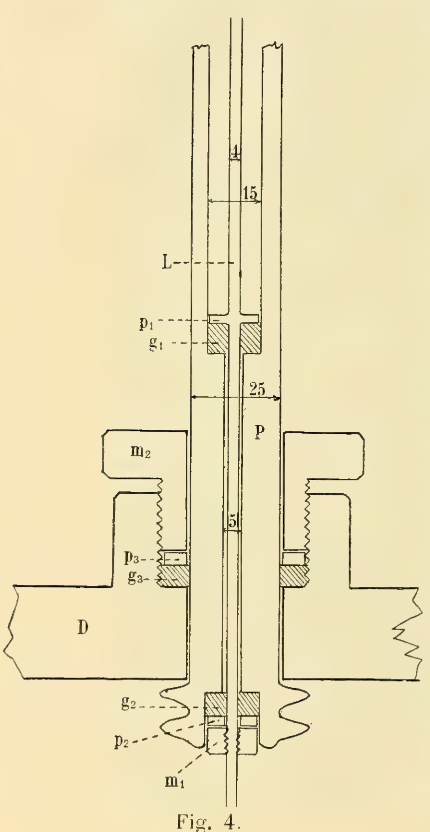


Fig. 4.

Der **Deckel** ist durch Rippen verstärkt und besitzt am Rande vier Flügel, in welche die Verschlusschrauben nach entsprechenden Ansätzen am Kessel laufen. Bei Vakuumversuchen sind diese Schrauben nicht einmal notwendig, sondern es genügt ein Bügel

(Abb. 3, rechts auf dem Tisch liegend), der durch zwei Zapfen befestigt ist und mittels einer einzigen Schraube in der Mitte des Deckels angezogen wird. Für alle Schrauben dienen Schlüssel mit einer Querstange, sodass in kürzester Zeit durch einige Umdrehungen der Verschluss beendet ist. Das Öffnen und Herausnehmen der Lampe, was eben durch Heben des Deckels mit einem Drahtseil über eine Rolle geschieht, ist so einfach, dass es auch bei schwachem

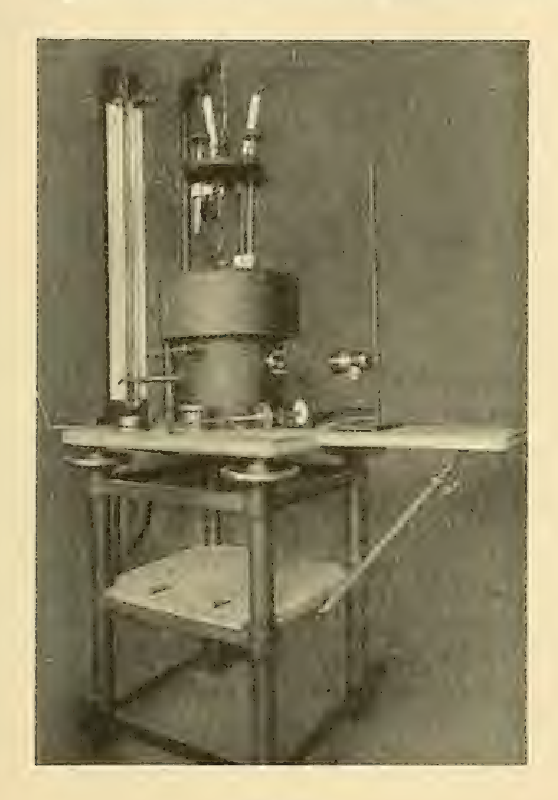


Fig. 5.

rotem Licht ausgeführt werden kann, was bei Spektralaufnahmen von Wichtigkeit ist, indem man die Elektroden zwischen zwei Aufnahmen, deren eine als Vergleich dient, ändern kann.

Die Druckmessung geschieht mit einem **Manometer.** Für erhöhten Druck dient ein Dosenmanometer, das angeschraubt werden kann. Unter einer Atmosphäre misst man mit einem Quecksilbermanometer von 80 cm Länge (Abb. 3, links auf dem Tisch). Es ist auf einem Brett montiert und trägt zwischen beiden Schenkeln

eine Messingskala, die bis 7 cm vertikal mit einem Trieb verschiebbar ist. Dadurch ist es möglich, den untern Meniskus mit einem Zehnerstrich zur Koinzidenz zu bringen, was unter Umständen praktisch ist. Als Zeiger dienen zwei Schieber, halb aus Messing und halb aus Spiegel bestehend, die hinter die Schenkel reichen. Ein horizontaler Strich über beide Teile gestattet die Einstellung Horizontalstrich-Quecksilbermeniskus und die Ablesung Horizontalstrich-Skala ohne Parallaxe, denn der Horizontalstrich endet an der Skala. Die Ablesung ist bis auf ein Zehntel Millimeter möglich. Leisten aus weissem Celluloid, parallel mit den Schenkeln, zum Anschreiben von Daten vervollständigen den Apparat. Das Manometer ist auf dem Tisch festgeschraubt, damit die Verbindung des Glasmanometers durch eine Kupferröhre ohne Gefahr des Brechens hergestellt werden kann. Wird das Manometer nicht gebraucht, so wird es weggenommen.

Bei Bogenaufnahmen unter Druck mit längerer Expositionszeit ist eine Wasserkühlung notwendig. Deshalb sitzt der Kessel in einem Wasserbehälter, mit einem Wasserzufluss von unten und einem Überlauf im Innern. Bei kürzerem Gebrauch ist die Wasserzirkulation nicht notwendig.

Den für den ganzen Apparat besonders konstruierten **Tisch** (70×70 gross) sieht man auf der Abbildung 5. Eine beträchtliche Höhenverstellung ist deshalb notwendig, weil der Apparat vielfach vor andern Apparaten wie Gitteraufstellung oder Spektrograph aufgestellt werden muss. Die Tischplatte, 4 cm dick, steht auf vier Spindeln und kann mittels Handrädern um 30 cm gehoben werden. Um vor dem Fenster des Apparates Linsen und Instrumente aufzustellen, wird an den Tisch ein Ansatz von 45 cm Länge (siehe Abbildung) oder von 90 cm angebracht. Der Tisch ist auf Rollen fahrbar, wird aber bei Gebrauch mit Stellschrauben arretiert. Trotz des grossen Gewichtes des ganzen Instrumentariums ist der Apparat dadurch, dass er als einheitliches Ganzes zusammengebaut ist, ausserordentlich handlich und leicht beweglich.

Ich möchte nicht versäumen zu erwähnen, dass sämtliche Teile des Apparates, des Tisches und des Manometers vom Institutsmechaniker, Herrn *Jakob Hunziker*, nach meinen Angaben gebaut worden sind und dass sich bis jetzt keine Mängel gezeigt haben.

Physikalische Anstalt der Universität Basel.

Manuskript eingegangen 21. Oktober 1918.

Chlorophyllgehalt und Kohlensäure-Assimilation bei Alpen- und Ebenen-Pflanzen.

(Mit 7 Textfiguren und 37 Tabellen, wovon 13 auf 6 separaten Tafeln.)

Von

Marguerite Henrici.

Einleitung.

Während über den anatomischen Bau der Alpenpflanzen schon mehrere Arbeiten erschienen sind (*Bonnier* 1887—95, *Leist* 1889, *Wagner* 1892), die allerdings noch zu keinem übereinstimmenden Resultat geführt haben, ist über die Physiologie der Alpenpflanzen, speziell auch über ihre Kohlensäureassimilation noch recht wenig bekannt. Nur *Bonnier* stellte vergleichende Untersuchungen über die Transpiration, die Atmung und die Kohlensäureassimilation von Alpen- und Ebenenpflanzen an (1888 und 1895), ohne indess viel Zahlenmaterial zu publizieren. Er untersuchte die zusammengehörigen Teile eines Individuums, die er auf einem alpinen oder auf einem Ebenenstandort eine gewisse Zeit kultiviert hatte, in mittlerer Höhe (entweder in Cadéac, 750 m, Pyrenäen, oder in Chamonix, 1050 m) und fand, dass das Alpenindividuum bei gleicher Oberfläche bis 2 mal so stark assimiliere als das Ebenenindividuum (1895 S. 329—37).

Da jedoch bei diesen Versuchen die Wirkungen des eigentlichen alpinen Klimas (über 1800—2300 m) nie untersucht worden sind, veranlasste mich Herr Prof. *Senn*, neue vergleichende Versuche über die CO_2-Assimilation von Alpen- und Ebenenpflanzen im Ebenen- und wirklichen Alpenklima anzustellen.

Im Laufe der Arbeit stellte sich dann die Frage ein, in wiefern der Chlorophyllgehalt der Pflanzen ihre Assimilationstätigkeit beeinflusse. Es ist hier nicht der Ort, auf alle Theorien einzugehen, die in den letzten Jahren über die Funktion des Chlorophylls bei der Assimilationstätigkeit aufgestellt worden sind. *Jörgensen* und *Kidd* (1916) haben dies zur Genüge getan und gezeigt, wie viele dieser Theorien hinfällig sind, weil ihre Urheber auf unreinem

Ausgangsmaterial fussten. Eine direkte Proportionalität zwischen Chlorophyllgehalt und Assimilationsgrösse besteht nicht. Dies scheinen die Arbeiten von *Griffon* (1899), *Lubimenko* (1907, 1908 I und II), *Plester* (1912) und *Willstätter* (1915 S. 322—46 und 524—531) einwandfrei festgestellt zu haben.

Bonnier (1895) macht auch über den Chlorophyllgehalt der Alpenpflanzen einige Angaben. Er bestimmte ihn mit einem Chromometer und zählte auch etwa die Chlorophyllkörner einer Zelle. Nach seinen Untersuchungen nimmt der auf das Blatt-Volumen bezogene Chlorophyllgehalt bis zu einer bestimmten Meereshöhe zu, die er als optimal bezeichnet; diese liegt für die verschiedenen Pflanzen ungleich hoch. Geht man über diese optimale Meereshöhe hinauf, so erfolgt bis in das äusserste Verbreitungsgebiet hinein eine Abnahme des Chlorophyllgehaltes. In der Region zwischen der optimalen Meereshöhe und der äussersten Verbreitungsgrenze ist nach diesem Forscher auch eine anatomische Verkümmerung der Pflanzen zu bemerken (S. 353), die sich in der Abnahme der Palissadenzellen äussert. *Bonnier* misst somit der geringeren Chlorophyllbildung als einer krankhaften Erscheinung keine grosse Bedeutung bei.

Es erscheint auffallend, dass das alpine Blatt, das nach *Bonnier* in anatomischer Beziehung ein Sonnenblatt ist, in Bezug auf den Chlorophyllgehalt so stark vom Sonnenblatt der Ebene abweichen soll. Entgegen den Angaben *Dufours* (1887) über den Chlorophyllgehalt von Sonnen- und Schattenblättern, auf die sich *Bonnier* hauptsächlich stützt, stellt nämlich *Lubimenko* (1905, 1908 I und II) einwandfrei fest, dass das Sonnenblatt bedeutend weniger Chlorophyll enthält als das Schattenblatt. Im Hinblick auf diese Angaben schien mir eine Nachprüfung von *Bonniers* Resultaten über den Chlorophyllgehalt der Alpenpflanzen wünschenswert.

Vorliegende Untersuchungen führte ich in den Jahren 1915 bis 1917 unter der Leitung von Herrn Prof. *Senn* in Basel, in Samaden und auf Muottas Muraigl (Engadin) aus. Er hat mir die Mittel des hiesigen Institutes in weitgehendster Weise zur Verfügung gestellt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm dafür und das stete Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat, sowie für die mannigfache Förderung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Zu meinen Versuchen in subalpiner Höhe stellte mir Herr Dr. *Ruppanner* ein Zimmer und die Laboratoriumseinrichtungen des Kreisspitals in Samaden in liebenswürdiger Weise zur Verfügung, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Die hochalpinen Versuche auf Muottas Muraigl konnte ich nur Dank der zuvorkommenden Aufnahme bei Fräulein *Marie Benz*, Direktrice des dortigen Hotels, durchführen. Ihr und der Verwaltung der Muottas-Muraigl-Bahn, die mir die Benützung der Bahn in jeder Weise erleichterte, bin ich ebenfalls zu grossem Danke verpflichtet.

A. Die Versuchspflanzen.

Zu meinen Assimilationsversuchen wählte ich solche Pflanzen, welche im Tiefland ebenso gut gedeihen, wie in den Alpen. Als solche benützte ich hauptsächlich Anthyllis Vulneraria, Bellis perennis, Primula farinosa und Taraxacum officinale.

Die Ebenenpflanzen von Anthyllis Vulneraria, Bellis perennis und Taraxacum officinale stammten aus Basel und Umgebung. Die Ebenenform von Primula farinosa bezog ich aus dem Kägiswiler Moorgebiet (450 m) nördlich von Sarnen (Obwalden).

Die Alpenpflanzen stammten von verschiedenen Orten und aus verschiedenen Höhenlagen. Ich verwendete Anthyllis Vulneraria von Samaden (1709 m), vom unteren Schafberg (2300 m, südlich von Samaden gegen den Berninapass) und aus dem Berneroberland. Die alpinen Pflanzen von Bellis perennis stammten teils aus dem Berneroberland (über Wengen 1400 m, am Männlichen 2000 m), teils aus Graubünden (Davos 1500 m, Alp Russeim im Vorderrheintal 1780 m). Zu den Chlorophyllbestimmungen wurden auch solche aus dem Spitzmeilengebiet aus 1450 m Höhe verwendet.

Die Alpenpflanzen von Primula farinosa stammten aus dem Engadin (Samaden 1709 m, unterer Schafberg 2300 m, Muraigltälchen 2400 m) und aus dem Spitzmeilengebiet (950 m). Alpine Individuen von Taraxacum officinale endlich sammelte ich im Oberwallis (Eggishorn 2700 m, Riederalp und Riederfurka um 2300 m), im Berneroberland in verschiedenen Höhen, am Männlichen (2300 und 1800 m) und oberhalb Wengen (1400 m), sowie im Engadin bei Samaden und auf Muottas Muraigl (2456 m).

In den Versuchstabellen ist jeweilen die Herkunft und Höhenlage der Pflanzen in der vorletzten Rubrik angegeben.

Die Pflanzen wurden einzeln in kleine Töpfe gesetzt und die Töpfe im Freien eingegraben. 1 bis 2 Tage vor einem Versuch wurden die Pflanzen aus den Töpfen gehoben, sorgfältig gewaschen, um die unterirdischen Teile von der anhaftenden Erde zu befreien

und dann mit den Wurzeln im Wasser ins Freie oder auf Muottas Muraigl in ein frostfreies Zimmer gestellt. Im Winter 1915/16 wurden die Pflanzen in einem Kalthaus bei ca. 8° gehalten, 1916/17 liess ich sie eingetopft in einem Gartenbeet, das gut zugedeckt war. Dieses bewährte sich trotz des kalten Winters sehr gut.

In der Ebene erhielt ich regelmässig Ersatzmaterial aus den Alpen, in den Höhenstationen solches aus dem Tiefland, so dass ich eine wesentliche Veränderung oder gar eine Schädigung der Pflanzen nicht zu befürchten hatte. Für Versuche wurden nur Exemplare sonniger Standorte der Alpen und der Ebene verwendet.

Bei Anthyllis Vulneraria konnte ich schon makroskopisch beobachten, dass die Blätter der alpinen Pflanzen dicker sind als diejenigen der Ebenenpflanzen. Während die Ebenenpflanze zwei Reihen hoher enger Palissaden aufwies, konnte ich bei der Alpenpflanze bis 4 Reihen konstatieren. Dabei war es auffallend, dass Individuen aus dem Berneroberland viel dickere Blätter aufwiesen, als solche aus gleicher oder grösserer Höhe aus dem Engadin.

Wagner (1892 S. 499—500) und *Bonnier* (1895 S. 247) stellen für diese Spezies ähnliches in Beziehung auf Palissadenbildung mit steigender Meereshöhe fest. Anthyllis Vulneraria scheint somit eine Pflanze zu sein, die Sonnenblätter (*Stahl* 1883) besitzt, somit für starkes Licht organisiert ist.

Primula farinosa weicht in Grösse und Struktur der Blätter von Anthyllis Vulneraria durchaus ab. Die Blätter der alpinen Pflanzen sind kleiner als die der Ebenenpflanzen; in ihrer Dicke stehen sie nicht nur absolut, sondern meist auch relativ hinter denen der Ebene zurück. Auch ihre Form ist verschieden. Im Tiefland sind sie oval oder sogar rundlich (siehe Skizze), in den Alpen dagegen schmal riemenförmig. Auffällig ist die gelbgrüne Färbung der subalpinen Pflanzen aus 1700 m Höhe, während diejenige der Ebenenpflanzen oder des hochalpinen Standortes als

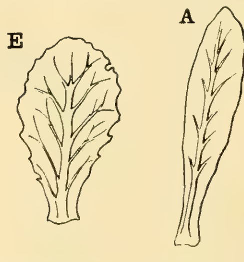


Fig. 1. Primula farinosa.

blaugrün bezeichnet werden muss. Da der Unterschied schon gleich nach der Entfaltung der Blätter deutlich bemerkbar ist, kann er nicht auf herbstliches Vergilben zurückgeführt werden. Ich konnte im Gegenteil beobachten, dass gerade diejenigen Pflanzen, deren Farbe stark nach Gelb zu neigte, bei hoher Lichtintensität besonders grosse Assimilationswerte ergaben. — Dass Primula farinosa an alpinem Standort keine Palissaden aufweist, führt schon *Wagner* an (1892 S. 504).

Für Bellis perennis und Taraxacum officinale kann ich in Bezug auf Grösse und Bau der Blätter keine allgemein giltigen Angaben machen. Beide sind in Beziehung auf Blattgrösse und -Dicke ausserordentlich veränderlich. Taraxacum aus dem Wallis zeigt meist dicke, kleine Blätter; in derselben Höhe auf Muottas Muraigl sind die Blätter zwar ebenfalls dick, aber ausserordentlich gross. Nach *Schinz* und *Keller* (1909 S. 589) handelt es sich dabei um die Subspezies Taraxacum vulgare und Taraxacum alpinum. Vermutlich beeinflussen ausser dem Licht und der Temperatur auch der Untergrund und sein Wasser- und Salzgehalt die Ausbildung des Blattes.

Von Bellis fand ich ebenso häufig Pflanzen aus alpiner Gegend mit sehr grossen und verhältnismässig dünnen Blättern, als klein- aber dickblättrige Ebenenpflanzen. Ich beobachtete aber auch in beiden Höhenlagen die genau entgegengesetzten Grössen- und Dickenverhältnisse. Bei den Pflanzen aus Wengen und vom Männlichen nahm sowohl die Länge als auch die Weite der Palissadenzellen mit dem höheren Standorte zu.

Um die an den genannten Pflanzen gewonnenen Werte des Chlorophyllgehalts mit solchen anderer spezifischer Alpenpflanzen vergleichen zu können, untersuchte ich einige Vertreter der Schneetälchen- (oder gleich bei der Schneeschmelze blühender Wiesenpflanzen) und der Gesteinsflora (*Schröter* 1904 S. 513), die aus dem Engadin, aus dem Spitzmeilengebiet oder vom Jochpass stammten. Es sind dies Soldanella alpina, Anemone vernalis, Primula hirsuta, Primula integrifolia, Primula viscosa, Ranunculus glacialis und Ranunculus alpestris.

Da es Zweck der Untersuchung war, die CO_2-Assimilation der Alpenpflanzen mit derjenigen der Ebenenpflanzen sowohl im Tiefland, als auch in der Alpenregion zu vergleichen, wurden die Versuche in 3 Höhenlagen ausgeführt, im Botanischen Garten in Basel (276 m), in Samaden (1709 m) und auf Muottas Muraigl (2456 m). Ich bezeichne in der Folge diese Orte — entsprechend den Höhenlagen von *Magnin* (*Schröter* 1904, Tabelle 1) — als Ebenen-, subalpine und alpine Station.

B. Der Chlorophyllgehalt von Alpen- und Ebenen-Pflanzen.

Über den Chlorophyllgehalt von Alpen- und Ebenenpflanzen liegen nur wenige Angaben vor. Vor allem sind es die schon erwähnten Befunde *Bonniers* (1895 S. 354), der eine Zunahme des Chlorophyllgehalts mit der Höhe konstatierte. *Griffon* (1899 Seite 89—93) fand zu seinem grössten Erstaunen bei seinen künstlich aus Ebenenpflanzen erzeugten Alpenpflanzen einen geringeren Chlorophyllgehalt als bei den gewöhnlichen Ebenenpflanzen.

a) Bisherige Untersuchungen über den Chlorophyllgehalt.

Lubimenko (1907, 1908) untersuchte auf spectroskopischem Wege den Chlorophyllgehalt von Sonnen- und Schattenpflanzen. Da die Schlüsse, zu denen er in diesen Arbeiten kommt, sozusagen die Leitmotive zu meinen Untersuchungen bilden, gebe ich hier seine Resultate eingehender wieder, um bei der Besprechung meiner Versuche nicht immer wieder auf seine Befunde verweisen zu müssen.

Lubimenko fand, dass das Lichtbedürfnis von Schattenpflanzen für ihre Photosynthese bedeutend geringer ist als bei den Sonnenpflanzen (1905 S. 399 — 400), dass die Schattenpflanzen also mit einer geringeren Lichtintensität auskommen. Er führt dies auf den verschiedenen Farbstoffgehalt zurück. Schattenpflanzen haben nämlich mehr Chlorophyll als Sonnenpflanzen (1905 S. 413). Bei Sonnenpflanzen steigt die Assimilation bei zunehmender Lichtintensität bis zum Maximum der in der Natur gebotenen Intensität. Die Schattenpflanzen zeigen ein deutliches Optimum bei mittelstarkem Licht (1905 S. 409). Bei starkem Licht absorbieren sie vermöge ihres hohen Chlorophyllgehalts zu viel Licht, sodass dieses auf die Kohlensäure-Assimilation hindernd wirkt, während bei Sonnenpflanzen die grösste Menge des absorbierten Lichtes bei stärkster natürlicher Beleuchtung geringer ist als die Lichtmenge, welche die Assimilation zu hindern vermag (1908 Revue S. 176).

Nun ist aber der Chlorophyllgehalt einer Pflanze nicht an eine bestimmte Höhe der Temperatur oder Intensität des Lichtes angepasst, sondern an den Intervall, innerhalb dessen beide Faktoren am Standorte der Pflanze schwanken (1908 Revue S. 289).

Das Assimilationsmaximum ist deshalb geringer als man erwarten dürfte, wenn man die Faktoren einzeln betrachtet (1908 Revue S. 289 ff.). Die Grenze, bis zu welcher die CO_2-Assimilation

steigt, liegt bei umso niedrigerer Temperatur und umso schwächerem Licht, je grösser der Chlorophyllgehalt der Blätter ist (1908 Revue S. 290).

Je nach der Beleuchtung kann ein und dieselbe Pflanze im Laufe der Entwicklung die Quantität des absorbierten Lichtes regulieren und z. B. durch Verminderung ihres Chlorophyllgehaltes einen Überschuss von absorbiertem Licht vermeiden (1908 Annales S. 350, Fig. 4, S. 349 untere Hälfte). In sehr starkem oder sehr schwachem Lichte findet sich weniger Chlorophyll als in mittelstarkem Licht; für den Chlorophyllgehalt existiert somit ein Lichtoptimum (S. 350 und 368). Bei relativ chlorophyllarmen Pflanzen sind die Unterschiede weniger gross als bei Schattenpflanzen. Der maximale Chlorophyllgehalt einer Pflanze findet sich bei umso schwächerem Licht, je höher die Temperatur ist. *Lubimenko* stellte den Satz auf, dass der maximale Gehalt an Farbstoff umso höher ist, je schwächer das Tageslicht im Laufe seines einmonatlichen Versuches war.

b) Methodik meiner Chlorophyllbestimmungen.

Da mir des Krieges wegen die nötigen Chemikalien (speziell Petroläther) nicht verfügbar waren, musste ich auf die exakte *Willstätter*'sche Methode der Chlorophyllbestimmung (1913) verzichten und mich mit relativen Werten begnügen. Ich hoffe aber, das Versäumte später nachholen zu können.

Den Chlorophyllgehalt der ausgewachsenen Sonnenblätter bestimmte ich kolorimetrisch und zwar in alkoholischer oder benzolischer Lösung. Obwohl das Verhältnis der grünen zu den gelben Komponenten in Schattenblättern ein anderes ist als in Sonnenblättern (*Willstätter* 1913 S. 117) konnte ich, da ich nur Pflanzen sonniger Standorte untersuchte, mit ungefähr konstanten Verhältnissen rechnen. Immerhin besteht hier ein Mangel in der Versuchsmethode, da ja voraussichtlich die Blätter der Alpenpflanzen im Vergleich mit denen der Ebenenpflanzen Sonnenblätter, die der Ebenenpflanzen also Schattenblätter darstellen.

Ein zweiter Mangel liegt an der unvollständigen oder überhaupt nicht vorgenommenen Abtrennung der Carotinoide (*Willstätter* 1915 S. 322) bei chlorophyllarmen Pflanzen. Doch waren meine Pflanzen nie so chlorophyllarm, wie die panachierten, frisch ergrünenden oder vergilbenden Blätter, welche *Willstätter* untersucht hat. Obwohl meine Methode nicht einwandfrei ist, liefert sie zur vorläufigen Orientierung — eine solche soll dieser Teil der Arbeit sein — trotzdem genügend genaue Resultate.

Als Colorimeter verwendete ich das von Prof. *W. Authenrieth* angegebene in der Ausführung von *F. Hellige* in Freiburg i. B. Im Prinzip besteht der Apparat aus einem verschiebbaren Glaskeil mit der Standard-Lösung und einer Cüvette, in die die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht wird. Beide Flüssigkeiten werden auf Farbengleichheit eingestellt; dann wird aus der Ablesung des Skalenteiles der Prozentgehalt der Lösung berechnet. *Hellige* gibt die Ablesungsgenauigkeit mit 0,3 % an. Mir ist es nie gelungen, Unterschiede unter $\frac{1}{2}$ % festzustellen, was allerdings bei meinen Versuchen auch nicht nötig war. Das wichtigste bei colorimetrischen Bestimmungen ist nicht so sehr das Erkennen eines möglichst kleinen Farbunterschieds, als das äusserst genaue Abmessen des Lösungsmittels. Dabei sind natürlich alle Vorsichtsmassregeln zu beobachten, welche bei massanalytischen Arbeiten gebräuchlich sind.

1. Herstellung der Chlorophyllösungen.

Die alkoholische Standard-Lösung stellte ich im Laufe des Winters aus 1 gr frischen Blättern von Urtica dioica dar. Ich zerrieb zu diesem Zwecke die frischen Blätter und zog sie mit 30 cm^3 Alkohol von 96 % aus. Ich filtrierte den Aufguss und füllte den Vergleichskeil mit einem Teil der Flüssigkeit. Den Rest des Auszuges bewahrte ich in einem gut verschlossenen Gefäss im Dunkeln auf. Es zeigte sich nämlich, dass sich der Chlorophyllauszug im Vergleichskeil oft schon nach wenigen Tagen bräunte, während die Lösung im Dunkeln noch unverändert war. Um nach einiger Zeit eine neue Standardlösung von gleichem Wert wie die alte herzustellen, füllte ich jeweilen die im Dunkeln aufbewahrte Standardlösung in die Cüvette. Darauf goss ich eine etwas zu konzentrierte neue Chlorophyllösung in den Vergleichskeil und setzte so lange Alkohol hinzu, bis der vollständig gefüllte Vergleichskeil genau dieselbe Nuance wie die alte Lösung in der Cüvette hatte, d. h. wenn der Zeiger auf 100 % wies. Die neu hergestellte Chlorophyllösung wurde überdies mit Hilfe zahlreicher Lösungen von Pflanzen mit bekanntem Chlorophyllgehalt auf ihre Richtigkeit geprüft.

Ich will hier gleich bemerken, dass ich zur Herstellung der Standardlösung im Frühling und Sommer mehr als ein Gramm Urtica-Blätter nehmen musste, dass also diese Pflanze in der warmen Jahreszeit weniger Chlorophyll enthält als im Winter.

Aus meinen Untersuchungen, die ich an 31 Pflanzen machte, ging hervor, dass es gleichgültig ist, ob mit Alkohol- oder Benzol-

auszügen gearbeitet wird. Etwa auftretende Differenzen liegen innerhalb der Beobachtungsfehler. Da sich also zwischen Alkohol- und Benzolauszügen nur Nuancen-, keine Prozentunterschiede geltend machten, arbeitete ich in der Folge nur mit alkoholischen Auszügen, und führe meine Abtrennungsmethode der gelben Komponenten hier nicht näher aus.

Sämtliche Chlorophyllösungen wurden in der für die Bereitung der Standardlösungen angegebenen Weise hergestellt.

II. Das Frischgewicht als Einheit.

Ich dachte zunächst daran, das Chlorophyll aus getrockneten Blättern auszuziehen. Bei Urtica-Blättern stellte ich aber fest, dass ein Gramm Frischgewicht getrocknet 25 Prozent weniger Chlorophyll lieferte, als wenn ich den Farbstoff aus frischen Blättern auszog; ausserdem war der Farbstoff viel gelber; vermutlich leiden die grünen Komponenten des Chlorophylls beim Trocknen in hoher Temperatur, während Carotin und Xanthophyll das Trocknen aushalten (in den Bezeichnungen folge ich *Willstätter* 1913).

So wählte ich ein Gramm Frischgewicht als Einheit. Da ein Gramm Urtica dioica-Blätter 0,1364 Gramm Trockensubstanz ergaben, wäre, wenn das Chlorophyll vom Trockengewicht abhängt, der Prozentgehalt eines Grammes frischer Blätter = 0,1364 Gramm Trockensubstanz als Einheit zu setzen. Will man von einer beliebigen Chlorophyllösung die Menge Farbstoff aufs Trockengewicht beziehen, so gilt die Formel 2) $\left(\frac{0,1364 \times a_f}{T}\right) = a_t$, wenn a_f die Ablesung bei der Bestimmung aus den frischen Blättern, T das Trockengewicht in Prozenten ausdrückt und a_t den gesuchten Wert bedeutet. Schon *Lubimenko* (1908 Annales S. 346) macht übrigens darauf aufmerksam, dass es viel zweckmässiger sei, das Frischgewicht als Einheit zu wählen.

Die Abhängigkeit des Chlorophyllgehalts von den beiden Grössen ist in Tabelle 1 wiedergegeben. Die auf das Frischgewicht bezogenen Werte sind die direkt abgelesenen, die auf das Trockengewicht bezogenen sind nach (2) berechnet. Aus Tabelle 1 geht hervor, 1. Dass der Chlorophyllgehalt ein und derselben Pflanze aus derselben Höhenlage nahezu konstant ist, wenn er auf das Frischgewicht bezogen wird, und 2. Dass der auf das Trockengewicht bezogene Chlorophyllgehalt nicht nur bei derselben Species der gleichen Höhenlage, sondern sogar bei demselben Individuum sehr stark schwankt, je nachdem er morgens oder abends ge-

messen wird. Bedenkt man, dass sich im Laufe des Tages die Menge der in den Blättern gespeicherten Assimilate ändert, nicht aber die Menge des Chlorophylls, wie weitere Versuche (Seite 53—54) ergeben, so sind die Schwankungen der auf das Trockengewicht bezogenen Werte durchaus verständlich.

Tabelle 1.

Abhängigkeit des Chlorophyllgehaltes von Frisch- und Trockengewicht bei schwachem Licht.

A = Alpenpflanze. — E = Ebenenpflanze.

		Chlorophyllgehalt in Prozenten				
		Pro 1 Gr. Frischgew.		Pro 0,1364 Gr. Trockengew.		
Nr.	Pflanze	A	E	A	E	
177	Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	42	73	56	49	
179	Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	42	70	25	42	
180	Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	41	70	36,5	82	morgens
		41	70	32	46	abends
175	Bellis perennis 1780 u. 250 M.	30	62	23	80	
178	Bellis perennis 1780 u. 250 M.	30	62	27	56	
186	Bellis perennis 1780 u. 250 M.	30	62	31,5	59	morgens
		31	62	27,5	52	abends
187	Bellis perennis 1780 u. 250 M.	32	60	52	63	morgens
		32	60	30	46	abends
174	Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	29	62	33	51	
176	Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	25	62	15	38	
185	Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	28	62	27	60,5	morgens
		28	62	27	56	abends
189	Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	29	62			

c) Ergebnisse der eigenen Untersuchungen.

I. Tägliche Schwankungen des Chlorophyllgehalts.

Entgegen früheren Untersuchungen (*Wiesner* 1874, 1875) fand *Willstätter* (1915 S. 336—338) bei abgeschnittenen Blättern selbst nach lang andauernder Assimilation keine Zersetzung des Chlorophylls. Auch das Verhältnis der beiden grünen Komponenten blieb konstant. Erst nach 46 Stunden trat eine teilweise Zersetzung des Farbstoffes ein (S. 337).

Ich untersuchte den Chlorophyllgehalt einiger Blätter am Morgen vor der Assimilation, sowie solcher, die während der Assimilation an der Pflanze verblieben waren. Es wäre ja denkbar, dass durch den beim Abschneiden entstandenen Wundreiz in den an der Pflanze bleibenden Blättern eine Änderung des Chlorophyllgehaltes einträte, die nicht auf Rechnung des Lichtes oder der Temperatur gesetzt werden könnte. Dies ist jedoch offenbar nicht der Fall, weil überhaupt keine messbare Änderung des Chlorophyllgehaltes eintrat.

In mehreren Versuchen teilte ich die abgeschnittenen Blätter in 2 Portionen; die eine wurde zur Chlorophyllbestimmung, die andere zur Trockengewichtsbestimmung verwendet. Ich gebe die Resultate der Trockengewichtsbestimmung nicht wieder, da sie nach den in Tabelle 1 enthaltenen Resultaten wertlos sind.

Die Resultate sind in Tabelle 2 und 3 zusammengestellt. Tabelle 2 umfasst die Versuche mit Pflanzen, die vorher in sehr schwachem Licht gestanden hatten; Tabelle 3 enthält die Resultate von Pflanzen, die vorher in optimalen Beleuchtungsverhältnissen gehalten worden waren. Um auch zu entscheiden, ob in der Nacht Neubildung des Farbstoffes stattfindet, wurde in Versuch 337 Tabelle 3 der Chlorophyllgehalt am Abend und am darauffolgenden Morgen bestimmt.

Aus diesen Versuchsreihen geht hervor, dass sich in der Ebene (Basel) bei optimalem Licht und mittlerer Temperatur der Chlorophyllgehalt der untersuchten Sonnenpflanzen im Laufe des Tages nicht ändert. Träte eine Zersetzung des Farbstoffes ein, so würde sie durch Neubildung aufgewogen, sodass ein Gleichgewichtszustand bestände. Immerhin ist es denkbar, dass im starken Alpenlicht das Resultat ein anderes wäre. Orientierende Versuche haben mir in Übereinstimmung mit *Kerner's* (1896 Bd. 1 S. 379) Angaben gezeigt, dass die aus der Ebene in die Alpen (1925 m) transportierten Ebenenpflanzen im Laufe eines Tages Vergilbung der meisten älteren

Blätter zeigten; die sich neu entwickelnden Blätter waren allerdings wieder schön grün.

Tabelle 2.

Tägliche Schwankungen des Chlorophyllgehalts in Basel bei Pflanzen, die vorher in schwachem Licht kultiviert worden waren.

Nr.	Datum	Pflanzen	Witterungsverhältnisse	Chlorophyll in Prozenten morgens A	E	abends A	E
180	9. III. 17	Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	Direkte Sonne, Wolken	41	70	41	70
188	19. III. 17	„	Sonne, später dunstig	43	73	43	73
186	16. III. 17	Bellis perennis 1780 u. 250 M.	Sonne	30	62	31	62
187	17. III. 17	„	Sonne	32	60	32	60
189	19. III. 17	Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	Sonne, später dunstig	29	62	29	62
185	16. III. 17	„	Sonne	28	62	28	62

Tabelle 3.

Tägliche Schwankungen des Chlorophyllgehalts in Basel bei Pflanzen, die vorher in optimalem Licht kultiviert worden waren.

Nr.	Datum	Pflanze	Witterungsverhältnisse	Chlorophyllgehalt in Proz. morgens A	E	abends A	E
379	25. V. 17	Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	Blauer Himmel	40	60	40	60
336	5. V. 17	„ „	„ „	40		40	
337	4–5. V. 17	„ „	Nacht	40		40	
304	19. V. 17	Primula farinosa 950 u. 450 M.	Zuerst bedeckt, dann Sonne v. 10½ Uhr an	33	40	33	40
388	26. V. 17	Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	Blauer Himmel	40	60	40	60
400	27. VI. 17	„ „	Blauer Himmel	42		42	

II. Untersuchungen des Chlorophyllgehalts von Alpen- und Ebenenpflanzen.

Zunächst suchte ich festzustellen, ob der Chlorophyllgehalt einer Species unter gegebenen Lichtbedingungen für eine bestimmte Höhenlage konstant sei, und ob und wie sich der Chlorophyllgehalt mit der Höhenlage ändere.

1. Wiesenpflanzen.

Ich untersuchte zunächst die auch für die Assimilationsversuche verwendeten Pflanzen: Anthyllis Vulneraria, Bellis perennis, Primula farinosa und Taraxacum officinale. Die Pflanzen überwinterten in Basel im Gartenbeet, wo sie ohne Schaden zu nehmen die grösste Zeit eingefroren waren. Ich machte nun 4 Serien von Bestimmungen in Basel und eine auf der Riederalp (1925 m, Wallis) und zwar

α) Versuche mit Pflanzen, die ich direkt dem Gartenbeet entnahm, also aus optimalem Licht.

β) Versuche über die Schwankungen des Chlorophyllgehalts im Laufe längerer Zeit in Basel.

γ) Versuche mit Pflanzen aus sehr schwachem Licht.

δ) Versuche mit Pflanzen, die ich direkt aus den Alpen geschickt erhielt.

ε) Versuche über die Schwankungen des Chlorophyllgehalts im Laufe längerer Zeit in den Alpen.

α) **Versuche mit direkt dem Gartenbeet entnommenen Pflanzen aus optimalem Licht.**

Die Ergebnisse der in verschiedenen Monaten ausgeführten Bestimmungen, die in Tabelle 4 enthalten sind, lassen sich folgendermassen zusammenfassen: Alpen- und Ebenenindividuen ein und derselben Spezies weisen einen verschiedenen Chlorophyllgehalt auf. Im allgemeinen (Ausnahme Primula farinosa 2400 m) weisen die Pflanzen des höheren Standortes einen kleinern Chlorophyllgehalt auf als diejenigen der Ebene. Stammen die Individuen derselben Spezies aus mehreren Höhenlagen, so weisen diejenigen der mittleren Höhenlage auch einen intermediären Chlorophyllgehalt auf. Das abweichende Verhalten von Primula farinosa werde ich später besprechen (S. 65).

Verschiedene Individuen ein und derselben Spezies, welche aus dem Alpen- oder aus dem Ebenenklima stammen, weisen nur geringe Schwankungen im Chlorophyllgehalt auf, wenn sie zur

gleichen Jahreszeit untersucht werden. Bei Anthyllis Vulneraria ist gegen den Sommer eine deutliche Abnahme des Chlorophyllgehalts zu konstatieren, während bei den andern untersuchten Pflanzen keine grosse Änderung zu bemerken ist.

Die verschiedenen Spezies können in ihrem Chlorophyllgehalt übereinstimmen oder mehr oder weniger stark von einander abweichen. So enthält die Ebenenpflanze von Bellis gleichviel Chlorophyll wie diejenige von Taraxacum. Dies gilt auch für die alpinen Individuen der beiden Spezies; doch ist zu beachten, dass meine Pflanzen nicht aus derselben Höhenlage stammen (Bellis 1780 m, Taraxacum 2450 m).

Von den untersuchten Pflanzen zeigt Primula farinosa aus 1700 m den kleinsten Chlorophyllgehalt, Anthyllis Vulneraria den grössten. Es ist interessant, dass gerade die chlorophyllreiche Anthyllis Vulneraria gegen den Sommer zu eine Abnahme des Chlorophylls zeigt.

Da diese Alpenpflanzen nicht sofort bei ihrer Ankunft aus den Alpen auf den Chlorophyllgehalt hin untersucht wurden, sondern einige Zeit in der Ebene (Basel) kultiviert worden waren, wäre es möglich, dass sich der Chlorophyllgehalt im Laufe dieser Zeit verändert hätte, vielleicht infolge der Änderung der Lichtintensität, jedenfalls aber nicht durch zu hohe Temperatur, weil diese Bestimmungen zunächst Ende Winter ausgeführt wurden. *Lubimenko* (1908 Annales) nimmt zwar an, dass die Pflanzen im allgemeinen dem möglichen Minimum des auffallenden Lichtes angepasst seien. Das in den Alpen mögliche Minimum fällt aber sicher nicht ausserhalb des Durchschnittslichtes der Ebene (vergl. die Tabellen 17—35). Immerhin ist bei meinen Bestimmungen ein Fehler nicht ausgeschlossen. Ich habe deshalb einige Bestimmungen an ganz frischem aus den Alpen bezogenem Material ausgeführt. (Siehe Abschnitt *δ* dieses Kapitels.)

β) Zeitliche Schwankungen des Chlorophyllgehaltes von in Basel kultivierten Pflanzen.

Wenn die Alpenpflanze ihren Chlorophyllgehalt in der Ebene zu erhöhen tendiert, so ist an ihr mit jeder neuen Blattentwicklung eine Erhöhung des Chlorophyllgehalts zu erwarten. Ich bestimmte deshalb den Chlorophyllgehalt desselben Individuums nach einem Intervall von einigen Wochen, während welchem die Pflanzen in starkem Licht gehalten wurden.

1. Ein Vergleich von Tabelle 5 mit Tabelle 4 zeigt, dass die im Mai dem Gartenbeet entnommenen, also bei etwas schwächerem

Tabelle 4.

Chlorophyllgehalt von Wiesenpflanzen aus verschiedener Meereshöhe in optimalem Licht.

Pflanze	Chlorophyllgehalt in Prozenten A	Chlorophyllgehalt in Prozenten E	Zahl der Bestimmungen	Monat
Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	41—44	70—73	6	März
„ „	40	60	A 8; E 7	Mai
„ „	40	60	A 2; E 1	Juli
„ „	40	60	1	August
Anthyllis Vulneraria 1700 M.	55		3	März
Bellis perennis 1780 u. 250 M.	37—38	60—62	A 5; E 7	März
„ „	37		4	Anfangs Mai
„ „	37—40		4	Ende Mai
„ „	38	60	1	Juli
„ „	38	60	1	August
Primula farinosa 1700 und 450 M.	24	40	1	März
„ „	22—24	40—44	A 3; E 2	April
„ „	23	38	1	Juli
„ „	24	40	1	August
Primula farinosa 2400 und 450 M.	38	40	1	März
„ „	40	44	A 2; E 2	April
„ „	46	40	1	April
„ „	38—42		8	Mai
„ „	42		1	Juli
„ „	42		1	August
Taraxacum officinale 2450 M. u. 250 M.	38—40	62	6	März
„ „	37	62	1	Juli
„ „	37	62	1	August

Licht entwickelten Pflanzen, ungefähr gleichviel Chlorophyll enthielten, wie die zur gleichen Zeit, aber in starkem Licht untersuchten Pflanzen.

2. Ausserdem zeigt die Vergleichung der Tabellen 4 und 5, dass mit Ausnahme der Ebenenexemplare von Anthyllis der Chlorophyllgehalt auch während längerer Zeit nahezu konstant ist. Es scheint also, dass, wenn die Alpenpflanze ihren Chlorophyllgehalt ändert, sie dies nur langsam tut.

Tabelle 5.

Schwankungen des Chlorophyllgehaltes im Laufe längerer Zeit bei optimalen Lichtbedingungen in Basel.

Pflanze	Zahl der Bestimmungen	Datum	Chlorophyll in Prozenten A	Chlorophyll in Prozenten E	Datum	Chlorophyll in Prozenten A	Chlorophyll in Prozenten E
Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	2	21. III.	43	70	25. IV.	42	70
„ „	1	26. III.	43	70	24. IV.	40	65
„ „	1	26. III.	41	70	29. IV.	40	70
„ „	2	24. IV.		70	25. V.		60–62
Bellis perennis 1780 u. 250 M	4	Ende März	37–38	62	Ende April	37–39	60–62
Primula farinosa 2400 u. 450 M.	2	Ende März	38	40	Ende April	38	40
Primula farinosa 1700 u. 450 M.	1	Ende März	24	40	Ende April	25	41
Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	3	Ende März	38	62	Ende April	38	62

Dass die Ebenenpflanze ihren Farbstoffgehalt in der Ebene nicht ändert, ist nicht weiter verwunderlich, da sie ja unter den an ihrem natürlichen Standort herrschenden Beleuchtungsverhältnissen einer mehr oder weniger optimalen Intensität exponiert ist. Zu bemerken ist noch, dass dieses Resultat im Frühjahr zur Zeit des schnellsten Wachstums gewonnen wurde, wo am ehesten eine Änderung des Chlorophyllgehaltes zu erwarten war. Wir wissen allerdings nicht, ob das Maximum des Wachstums mit dem Maximum der Chlorophyllbildung zusammenfällt; doch ist dies nach den Angaben *Vouks* (1908), die allerdings für immergrüne Blätter gelten, sehr wahrscheinlich. (Die ein ähnliches Thema behandelnde Arbeit von *C. Stein*, österreichische Botanische Zeitschrift 59, S. 231, 1909, zitiert nach *Czapek*, 1913, S. 551, war mir leider nicht zugänglich.)

γ) Beeinflussung des Chlorophyllgehalts durch Kultur in schwachem Licht.

Ich brachte mehrere Pflanzen aus dem Gartenbeet in ein kühles Zimmer und stellte sie etwa 2 Meter hinter einem Fenster auf, so dass sie nur sehr schwaches diffuses Licht erhielten. Nach ca. 14 Tagen bestimmte ich ihren Chlorophyllgehalt. Ich ziehe

für den Vergleich (aus Tabelle 4 und 5) die Durchschnittszahlen für helles Licht heran, die ich in derselben Jahreszeit für die gleichen Pflanzen gewonnen habe.

Tabelle 6.

Durchschnittswerte der Pflanzen aus hellem und aus schwachem Licht.

Pflanze	aus hellem Licht		aus schwachem Licht	
	A	E	A	E
Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	42 %	71 %	41,5 %	71 %
Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	38 %	62 %	28 %	62 %
Bellis perennis 1780 u. 250 M.	37,5 %	61 %	31 %	61 %

Die Zahlen, aus welchen diese Durchschnittswerte berechnet wurden, sind in Tabelle 1 und 2 zusammengestellt. Es zeigt sich, dass Anthyllis Vulneraria, die Pflanze, die in Alpen- und Ebenenform am meisten Chlorophyll enthält, ihren Farbstoffgehalt bei Kultur im schwachen Licht nicht verändert; ebensowenig tun dies die Ebenenindividuen von Taraxacum und Bellis. Ihre aus den Alpen stammenden Individuen setzen jedoch den Chlorophyllgehalt bedeutend herab; offenbar ist bei der Kultur im schwachen Licht des Zimmers ihr Lichtminimum nicht erreicht. Das Lichtoptimum für die Chlorophyllbildung jeder Spezies ist somit verschieden hoch gelegen. So bildet Anthyllis bei schwachem und mittelstarkem Licht gleichviel Chlorophyll aus, bei starkem Licht tritt eine Verminderung des Farbstoffgehaltes ein. Bellis und Taraxacum hingegen weisen bei mittelstarkem und starkem Licht denselben Chlorophyllgehalt auf; ihre Alpenpflanzen enthalten aber in schwachem Licht weniger Chlorophyll. Für die Alpenindividuen von Anthyllis Vulneraria könnte vielleicht bei noch schwächerem Licht oder länger andauernder Kultur im schwachen Licht ebenfalls eine Verminderung des Farbstoffgehalts konstatiert werden. In meinen Versuchen war offenbar die Differenz zwischen der Lichtintensität, welcher die Ebenenpflanzen gewöhnlich exponiert sind, und der in den Versuchen angewendeten zu gering, um eine Änderung des Chlorophyllgehalts hervorzurufen; bei den Alpenindividuen von Bellis und Taraxacum war dagegen diese Differenz so gross, dass eine Reduktion erfolgte.

δ) **Bestimmungen an Pflanzen, die ich direkt aus den Alpen erhielt.**

Zur Ergänzung der Chlorophyllbestimmungen von Pflanzen des Gartenbeets bestimmte ich den Chlorophyllgehalt einzelner Pflanzen, die in den Alpen ausgegraben, sofort nach Basel geschickt und hier bei ihrer Ankunft untersucht wurden. Ein Vergleich der in Tabelle 7 enthaltenen Resultate mit denjenigen der Tabelle 4 zeigt nur geringe Abweichungen. Letztgenannte Tabelle wird insofern ergänzt, als die Bellis-Individuen tieferer Standorte wieder höheren, die Primula-Individuen vom tieferen Standort wieder niedrigeren Chlorophyllgehalt aufweisen als die Pflanzen hohen Standorts.

Tabelle 7.

Bestimmungen an direkt aus den Alpen bezogenen Pflanzen.

Pflanzen	Chlorophyll-gehalt in %	Zahl und Datum der Bestimmungen	
Bellis perennis 1450 M.	44–45	4	im Mai
Primula farinosa 950 M.	30	3	Anfangs Mai
Primula farinosa 950 M.	32—33	4	im Mai
Anthyllis Vulneraria 2025 M.	52	3	im September
Parnassia palustris 1200 M.	46	2	im September

Anthyllis Vulneraria (2025 m) aus dem Berneroberland weist allerdings auch einen höheren Chlorophyllgehalt auf als die Individuen aus dem Engadin von 2300 Metern. Doch ist ihr Chlorophyllgehalt verhältnismässig sehr hoch, wie aus dem Vergleich folgender Zahlen hervorgeht.

Engadin	2300	Meter	=	40—43 %
Engadin	1700	„	=	55 %
Berneroberland	2000	„	=	52 %

Es ist sehr wahrscheinlich, dass ausser Licht und Temperatur noch andere Faktoren den Chlorophyllgehalt beeinflussen, wenn auch vielleicht mehr mittelbar. Ich habe bei der Besprechung des Pflanzenmaterials darauf aufmerksam gemacht, dass Anthyllis Vulneraria aus dem Berneroberland besonders dicke Blätter aufwies (S 46). Wenn nun diese Blätter mehr Chlorophyll enthalten, als die dünneren Blätter derselben Meereshöhe, kann das eine Folge des grösseren Lichtbedürfnisses behufs völliger Durchleuch-

tung des dickeren Blattes sein. Die Bestimmungen mit Parnassia liessen sich ebenso deuten. Die eine Parnassia wies sehr dicke, dunkelgrüne kleine Blätter auf; sie stammte aus Sumpfboden. Die andere hatte grosse, dünne hellgrüne Blätter; ihr Untergrund war sandig. Trotz dem verschiedenen Aussehen wiesen beide Individuen gleich viel Chlorophyll auf. Die Sumpfpflanze müsste also ebenfalls zur Durchleuchtung ihres Blattes mit der Einheit seiner Oberfläche mehr Licht absorbieren als die dünnblättrige Sandpflanze. Ein ähnliches Verhältnis scheint auch für Bellis zu bestehen, da in einer bestimmten Höhenlage die Blattdicke und -Grösse sehr variiert, der Chlorophyllgehalt hingegen nahezu konstant ist.

ε) Schwankungen des Chlorophyllgehalts im Laufe längerer Zeit in den Alpen.

Um das Verhalten junger Blätter festzustellen, die in der Ebene angelegt worden waren, aber erst in den Alpen sich völlig entwickelten, stellte ich den Chlorophyllgehalt verschiedener Alpen- und Ebenenpflanzen in Basel fest und brachte sie dann aus Basel auf die Riederalp (1925 m, Wallis). Die alten Blätter vergilbten im Laufe eines Tages; bei den meisten Pflanzen entwickelten sich aber die jungen normal. Bellis perennis allerdings kränkelte in Alpen- und Ebenenform während des ganzen alpinen Aufenthaltes.

Aus Tabelle 8 geht hervor, dass einzig Anthyllis Vulneraria ihren Chlorophyllgehalt nach einem vierwöchentlichen Aufenthalt im Alpenklima herabsetzte. Bei den andern Pflanzen ist im Farbstoffgehalt kein Unterschied zu bemerken. Es ist möglich, dass bei längerer Versuchsdauer eine Verminderung einträte.

Tabelle 8.

Schwankungen des Chlorophyllgehalts im Laufe längerer Zeit in den Alpen.

Pflanze	Farbstoffgehalt vor dem Aufenthalt in den Alpen		Farbstoffgehalt nach dem Aufenthalt in den Alpen	
	A	E	A	E.
Anthyllis Vulneraria 2300 u. 250 M.	42	60	40	52
Bellis perennis 1780 u. 250 M.	37	62	krank	62
Primula farinosa 1700 u. 450 M.	24	40	24	40
Taraxacum officinale 2450 u. 250 M.	38	62	38	62

Die zeitweilig trübe Witterung in der zweiten Hälfte der Versuchsdauer mag auch einige Schuld an diesem Resultat haben. Übrigens behalten ja auch die in der Ebene kultivierten Alpenpflanzen lange Zeit ihren alpinen Farbstoffgehalt bei.

2. Pflanzen, deren Blätter sich normalerweise bei Schnee entwickeln.

Das im letzten Abschnitt gewonnene Resultat, wonach die in den Alpen gewachsenen Wiesenpflanzen weniger Chlorophyll enthalten als die entsprechenden Ebenen-Exemplare, darf nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. So fällt schon bei flüchtiger Betrachtung das Dunkelgrün der Blätter von Soldanella oder von Crocus auf. Ich bestimmte deshalb bei einigen Pflanzen der Schneetälchenflora, einigen Frühblühern der Alpen und einigen Winterblühern der Ebene ebenfalls den Chlorophyllgehalt.

α) Pflanzen der alpinen Schneetälchenflora.

Gleichzeitig mit den Vertretern der Schneetälchenflora untersuchte ich auch die in der Umgebung von Schnee blühenden alpinen Wiesenpflanzen Anemone vernalis und Ranunculus alpestris. Dabei kamen Pflanzen zur Untersuchung, die im Gartenbeet überwintert hatten oder die frisch aus den Alpen nach Basel gebracht worden waren. In Tabelle 9 sind die ersteren Versuche unter a, die letzteren unter b zusammengefasst.

Tabelle 9.

Chlorophyllgehalt bei alpinen Schneeblühern.

a. In Basel überwinterte Pflanzen

Pflanze	Chlorophyll in Prozenten	Datum	Zahl der Bestimmungen
Primula integrifolia 2500 M.	70—71	März	3
Soldanella alpina 2600 M.	69	März	2
Soldanella alpina 2200 M.	73	März	1
b. Frisch aus den Alpen bezogene Pflanzen			
Soldanella alpina 1800 M.	80	Mai	2
Soldanella alpina 2000—2200 M.	75—80	Mai	4
Anemone vernalis 2200 M.	70	Juli	3
Ranunculus alpestris 2200 M.	62	Juli	1

Aus diesen Bestimmungen (Tabelle 9) geht hervor, dass die untersuchten Vertreter der Schneetälchenflora (Primula integrifolia und Soldanella alpina) sowie die alpinen Frühblüher (Anemone vernalis und Ranunculus alpestris) einen sehr hohen Chlorophyllgehalt aufweisen, der bedeutend höher ist, als derjenige der alpinen Wiesenpflanzen, ja zum Teil höher als der der untersuchten Ebenenpflanzen. Die Ursache dieses hohen Chlorophyllgehalts bei Vertretern der Schneetälchenflora ist nicht ohne weiteres klar. Man könnte in erster Linie an eine Wirkung der niedrigen Temperatur denken. Die alpinen Wiesenpflanzen leben auf warmem Boden, während diese Schneeblüher einen kalten Untergrund haben. Doch fand *Griffon* (1899 S. 89—93) an seinen künstlich im Eisschrank erzeugten Alpenpflanzen einen geringeren Chlorophyllgehalt als bei gewöhnlichen Ebenenpflanzen. Wenn die Temperatur des Bodens auch irgendwelchen Einfluss haben kann, so ist sie jedenfalls nicht der allein massgebende Faktor. Vielmehr ist an das Licht als beeinflussenden Faktor zu denken.

Meine Untersuchungen über die CO_2-Assimilation lassen vermuten (vergl. S. 109), dass in der Umgebung von Schnee das Licht wahrscheinlich an roten Strahlen relativ arm ist. Dass die roten Strahlen die Chlorophyllbildung begünstigen, wird allgemein anerkannt, doch sind die Ansichten über die Wirkungsweise der blauen Strahlen noch geteilt (*Reinke* 1893, *Griffon* 1899 S. 84—86, *Monteverde* und *Lubimenko* 1911, *Schmidt* 1914). Immerhin möchte ich mich auf Grund eigener (hier nicht mitgeteilter) Versuche der Ansicht *Schmidt's* (1914 S. 282) anschliessen, der ein zweites relatives Maximum der Chlorophyllbildung in Blau konstatierte.

Zur Bildung des Chlorophylls sind in der Umgebung von Schnee jedenfalls genügend rote und blaue Strahlen vorhanden. Nun wird das Schneetälchen aber nur wenig vom direkten Sonnenlicht getroffen, daher bleibt ja der Schnee so lange darin liegen. Die Schneetälchenpflanzen werden fast ausschliesslich vom diffusen Himmels- oder reflektierten Schneelicht bestrahlt; sie erhalten somit sehr wenig rote, vielmehr überwiegend blaue Strahlen. *Dangeard* (1910) hat nun nachgewiesen, dass die roten Strahlen des direkten Sonnenlichts das Chlorophyll zu schädigen vermögen, während die blauen Strahlen hiezu nicht imstande sind. *Ursprung* (1917) hat bei der Stärkebildung im direkten Sonnenlicht zuerst eine Hemmung im roten Licht konstatiert, die im diffusen Licht nicht erfolgte. Es wäre darum möglich, dass im diffusen, an roten Strahlen armen Licht der Schneetälchen jede Hemmung resp. Schädigung der Chlorophyllbildung ausgeschlossen ist, demzufolge

die Vertreter der Schneetälchenflora einen grösseren Chlorophyllgehalt aufweisen als die Wiesenpflanzen.

Demnach wäre der Mangel an roten, für das Chlorophyll unter Umständen schädlichen Strahlen des Schneelichtes die Ursache der starken Chlorophyllbildung. Um die Richtigkeit dieses Schlusses zu prüfen, suchte ich festzustellen, ob die Blätter dieser Pflanzen, welche sich nicht bei Schnee entwickelten, einen andern Farbstoffgehalt aufweisen als die bei Schnee gebildeten. Zu diesem Zwecke entfernte ich an Soldanella alpina und Primula integrifolia die Blätter mehrmals und bestimmte gleichzeitig ihren Chlorophyllgehalt. Hierauf stellte ich die Pflanze an einen sonnigen Standort und bestimmte nach Verlauf von mehreren Wochen die Farbstoffmenge aufs neue.

Tabelle 10.

Veränderungen des Chlorophyllgehalts bei Blattentwicklung mit und ohne Schneelicht.

Pflanze	mit Schnee		ohne Schnee		Zahl d. Bestimmg.
	Datum	Chlorophyll in %	Datum	Chlorophyll in %	
Primula integrifolia 2500 M.	Ende März	70—71	Ende April	35	5
Soldanella alpina 2600 M.	Ende März	69	Ende April	47	3
Soldanella alpina 2200 M.	Ende März	74	Ende April	40	1

Aus den in Tabelle 10 zusammengestellten Zahlen geht hervor, dass die Blätter, die sich nicht in der Nähe von Schnee entwickelt haben, einen viel geringeren, bis halb so grossen Chlorophyllgehalt aufweisen als die in Schneelicht entwickelten.

Obwohl bei diesen Versuchen nicht nur die Licht-, sondern auch die Temperaturverhältnisse verändert waren, lassen sie es doch als wahrscheinlich erscheinen, dass das Schneelicht infolge seiner abweichenden spectralen Zusammensetzung (siehe S. 109) den hohen Chlorophyllgehalt der Schneetälchenflora bedingt.

Gleichzeitig untersuchte ich noch den Chlorophyllgehalt von Pflanzen, welche ihre Blätter bei Schneelicht entwickelt hatten, dann aber bis im April und Mai im Gartenbeet blieben (Tabelle 11).

Vergleicht man diese Zahlen mit denjenigen von Tabelle 9, so zeigt es sich, dass Primula integrifolia ihren Chlorophyll-

Tabelle 11.

Chlorophyllgehalt der Schneetälchenflora im April und Mai.

Pflanze	Chlorophyll in %	Datum	Zahl der Bestimmungen
Primula integrifolia 2600 M.	60 u. 62	April	2
Primula integrifolia 2600 M.	60	Mai	2
Soldanella alpina 2200 M.	74 u. 76	April	2
Soldanella alpina 2600 M.	70	April	1

gehalt am sonnigen Standort zwar deutlich, aber lange nicht so stark als beim völligen Ausschluss des Schneelichtes herabgesetzt hat (von 70 nur auf 60, statt auf 35 %); Soldanella alpina weist bei beiden Behandlungsweisen ungefähr den gleichen Chlorophyllgehalt auf. Höhere Werte erhielt ich nur bei Individuen, welche sich in der gleichen Jahreszeit neben Schnee, allerdings nur in einer Höhe von 1800 Metern entwickelt hatten (Tabelle 9 b.)

In diesem Zusammenhange möchte ich nochmals auf die Chlorophyllbestimmungen an Primula farinosa 2400 m (siehe S. 55) zurückkommen. Von den untersuchten Pflanzen (aus 450, 950, 1700 und 2400 Metern Höhe) wiesen die Individuen aus 1700 Metern Höhe die geringsten, die aus 450 und 2400 Metern einen bedeutend höheren, die von 950 Metern Höhe einen intermediären Chlorophyllgehalt auf. Bis 1700 Meter verhält sich also Primula farinosa wie jede der untersuchten alpinen Wiesenpflanzen, deren Chlorophyllgehalt mit steigender Meereshöhe abnimmt. Nun stammen die aus 2400 Meter gesammelten Exemplare von Primula farinosa vom gleichen Standort wie die untersuchte Primula integrifolia, d. h. aus einem richtigen Schneetälchen. Die Mehlprimel ist dort somit den gleichen Licht- und Temperaturverhältnissen unterworfen, wie die alpinen Schneeblüher; ihr hoher Chlorophyllgehalt, der demjenigen tiefer unten wachsender Individuen auffallender Weise überlegen ist, darf darum wohl wie bei den Schneeblühern auf das Fehlen der die Chlorophyllbildung eventl. schädigenden roten Strahlen zurückgeführt werden.

β) Winterblüher der Ebene.

Wenn das Schneelicht auf die Chlorophyllbildung der Alpenpflanzen wirklich so grossen Einfluss hat, so müsste dieser auch bei Ebenenpflanzen nachzuweisen sein, die sich neben Schnee ent-

wickeln. Ich untersuchte deshalb Eranthis hiemalis, Crocus vernus, Leucojum vernum, Galanthus nivalis und Helleborus foetidus, wenigstens zum Teil Pflanzen sonniger Standorte. Es ist nun sehr auffallend, dass, wie aus Tabelle 12 hervorgeht, unter allen von mir untersuchten Pflanzen Eranthis hiemalis mit 82 % am meisten Chlorophyll aufweist. Auch die andern Pflanzen besitzen einen recht grossen Chlorophyllgehalt mit Ausnahme von Galanthus nivalis, dessen relativ geringer Chlorophyllgehalt vielleicht auf den grossen Wasserreichtum dieser Blätter zurückzuführen ist, da ich ja den Chlorophyllgehalt auf das Frischgewicht bezogen habe.

Tabelle 12.
Chlorophyllgehalt bei Winterblühern der Ebene.

Pflanzen	Chlorophyll in %	Datum	Zahl der Bestimmungen
Galanthus nivalis	55	März	4
Galanthus Elvesi	70	März	1
Helleborus foetidus	70	März	2
Crocus vernus	74—75	März	2
Leucojum vernum	77	März	3
Eranthis hiemalis	82	März	3

3. Chlorophyllgehalt bei Gesteinspflanzen.

Zum Schlusse gebe ich noch einige Zahlen, die ich bei der Untersuchung hochalpiner Fels- und Schuttpflanzen gewonnen habe (Tabelle 13). Primula hirsuta und viscosa, sowie Ranunculus glacialis nehmen mit ihrem Chlorophyllgehalt von 48—54 % eine Mittelstellung zwischen den Pflanzen der Alpwiese und den-

Tabelle 13.
Chlorophyllgehalt von Pflanzen der Gesteinsflora.

Pflanzen	Chlorophyll in %	Datum	Zahl der Bestimmungen
Primula hirsuta 2300 M.	52—54	April	3
Primula viscosa 2600 M.	48—50	Mai	4
Ranunculus glacialis 2600 M.	50—52	April	2

jenigen der Schneetälchen ein. Da sie im allgemeinen viel Licht erhalten, brauchen sie nicht viel Chlorophyll auszubilden. An ihrem hochgelegenen Standorte werden sie aber häufig eingeschneit und haben darum oft neben schmelzendem Schnee zu assimilieren (vergl. meine Bemerkungen über den Einfluss von Licht und Temperatur auf S. 62 ff.).

Zusammenfassung.

Wie *Lubimenko* beim Sonnenblatt einen geringeren Chlorophyllgehalt als beim Schattenblatt fand, so stellte ich für das Alpenblatt gegenüber dem Ebenenblatt ebenfalls einen geringeren Chlorophyllgehalt fest mit Ausnahme der Vertreter der Schneetälchenflora oder der Pflanzen, die sich normalerweise bei schmelzendem Schnee entwickeln; bei diesen findet sich sehr viel Chlorophyll. Die Gesteinsflora nimmt zwischen der Wiesen- und Schneetälchenflora eine Mittelstellung ein.

Die mit viel Chlorophyll ausgerüsteten Vertreter der Schneetälchenflora sind in hohem Grade fähig, ihren Chlorophyllgehalt im intensiven Licht herabzusetzen, was auch *Lubimenko* für chlorophyllreiche Pflanzen festgestellt hat.

Die relativ chlorophyllarmen alpinen Wiesenpflanzen vermindern ihren Farbstoffgehalt auch, jedoch nicht bei Steigerung, sondern bei Herabsetzung der Lichtintensität. Äusserlich ist dabei den Pflanzen zunächst noch nichts anzusehen. Die Verminderung des Chlorophyllgehalts kann jedoch dazu führen, dass sie bei längerem Aufenthalt im schwachen Licht sogar erbleichen, während die chlorophyllreichen Ebenenpflanzen bei gleich langer Kultur im schwachen Licht keine Veränderungen im Chlorophyllgehalt aufweisen.

Weder die alpinen Wiesenpflanzen in der Ebenenkultur noch die Ebenenpflanzen in alpiner Kultur ändern im Laufe kürzerer Zeit ihren Chlorophyllgehalt merklich, wenn man von jungen Blättern ausgeht. Die alten Blätter von Ebenenpflanzen vergilben in den Alpen und gehen frühzeitig zu Grunde. Unter „jungen Blättern“ verstehe ich solche, die in der Heimat der Pflanze angelegt worden waren, aber erst am neuen Standorte auswuchsen. Anthyllis Vulneraria allerdings zeigt gegen den Sommer zu oder in den Ebenenindividuen, die in den Alpen kultiviert wurden, eine deutliche Abnahme des Farbstoffgehaltes.

Im Laufe eines Tages konnte ich bei keiner der untersuchten Pflanzen eine Schwankung des Chlorophyllgehaltes feststellen; eine Chlorophyllzersetzung findet also entweder nicht statt oder wird

durch Neubildung des Farbstoffes aufgewogen, sodass ein Gleichgewichtszustand eintritt.

Aus meinen Befunden geht hervor, dass *Bonnier's* (1895) Angabe, wonach die in die Alpen verpflanzten Teile einer Pflanze aus mittlerer Höhe einen grösseren Chlorophyllgehalt aufweisen als die in der Ebene kultivierten Teile, sich nicht für die in der freien Natur wachsenden Pflanzen verallgemeinern lässt. Auch für die chlorophyllreichen Vertreter der Schneetälchenflora lässt sich ja mit der Höhe eine Abnahme des Farbstoffgehaltes konstatieren.

Die hier wiedergegebenen Resultate möchte ich nicht verallgemeinern, da gerade in Beziehung auf das Licht jede Pflanzenspezies ausgesprochen spezifisch reagiert.

Überhaupt sollen diese Bestimmungen nur vorläufig über den Chlorophyllgehalt von Alpen- und Ebenenpflanzen orientieren. Viele Probleme, ich erinnere an die Bildungsbedingungen, den absoluten Gehalt an Chlorophyll, das Verhalten von einjährigen und ausdauernden Blättern von Alpenpflanzen, und ausserdem das Verhalten des Chlorophylls der Ebenenpflanzen zum alpinen Licht, bleiben noch zu lösen und regen zu weiteren Untersuchungen an, die ich mir für später vorbehalte.

C. Die CO_2-Assimilation bei Alpen- und Ebenenpflanzen.

a) Methodik meiner Assimilationsversuche.

I. Allgemeines.

Die Assimilationsversuche führte ich alle im Freien aus, um unter möglichst natürlichen Bedingungen zu arbeiten. Einige wenige Versuche im teilweise geschlossenen Raum während des Winters 1916/17 werde ich später besonders besprechen. Als Lichtquelle diente direktes Sonnen- und diffuses Tageslicht, oder diffuses Tageslicht allein.

Die Atmung habe ich nur soweit berücksichtigt, als sie als CO_2-Quelle für die Assimilation in Betracht kommt. Ich bestimmte vor und nach dem Assimilationsversuch die in der Zeiteinheit von verdunkelten Pflanzen ausgeatmete Kohlensäure, um einen Mittelwert der Atmungsgrösse während des Assimilationsversuches zu erhalten.

Um die Resultate nicht durch Wundreiz zu verwischen, der sich im Laufe eines lange dauernden Versuchs unbedingt einstellen

musste, wurden zu den Versuchen stets ganze Pflanzen verwendet. Ausserdem erlauben diese Versuche, festzustellen, wie ökonomisch Alpen- und Ebenenpflanzen unter gleichen Bedingungen arbeiteten, d. h. in welchem Verhältnis CO_2-Assimilation und Atmung der ganzen Pflanze zu einander standen.

Bei den Versuchen wurde immer eine Alpen- und eine Ebenenpflanze derselben Spezies gleichzeitig untersucht und zwar stets Individuen sonniger Standorte.

II. Bestimmung der Assimilation und Atmung.

Die Intensität der CO_2-Assimilation wie der Atmung wurde auf Grund der absorbierten, resp. der ausgeschiedenen CO_2-Menge bestimmt, wobei ich mich folgender Methode bediente:

1. Methode der CO_2-Bestimmung.

Zur Absorption des bei der Atmung entstehenden und bei der Assimilation übrig bleibenden CO_2 verwendete ich Ba $(OH)_2$ in Pettenkofer-Röhren. Ich wählte solche von nur 50 cm^3, damit bei ihrer Füllung nicht mehr als eine Bürette voll Lauge notwendig war; dadurch wurden grössere Ablesungsfehler vermieden. Die Lauge war 2—3,2 mal so stark als die 1/10 n HCl, mit der sie eingestellt wurde.

Bei Vorversuchen suchte ich den ganzen Inhalt der Pettenkofer-Röhren zu titrieren. Ich goss ihn — Flüssigkeit wie Niederschlag — in einen mit CO_2 freier Luft gefüllten Erlenmeyer-Kolben, und wusch dann die Röhre mit ausgekochtem destilliertem Wasser mehrmals aus; dann prüfte ich mit Phenolphtalein, ob in dem Waschwasser noch alkalische Reaktion eintrat. Dabei machte ich die unangenehme Entdeckung, dass ich keinen bestimmten Endpunkt feststellen konnte, bei dem alle Lauge aus der Röhre herausgespült war, da der an der Glaswand haftende $BaCO_3$ Niederschlag sich im Waschwasser allmählich löste und infolgedessen das Wasser von Neuem alkalisch machte. Überdies brauchte ich immer mehrere Büretten von HCl, um die überschüssige Lauge zurück zu titrieren. Ich verzichtete daher im Weiteren auf diese Methode und bestimmte das CO_2 auf dem Wege der Teiltitration.

Zu diesem Zwecke wurde der Inhalt jeder Röhre in einen Glaszylinder mit eingeschliffenem, gut gefettetem Pfropfen gegossen. Da ich die Zylinder möglichst eng und hoch wählte, war es mir möglich, jedem derselben mit der Pipette 3—4 mal 10 cm^3 Lauge zu entnehmen, ohne den Niederschlag aufzurühren.

Ich wartete jeweilen, bis dieser nach einigen Stunden kristallinisch geworden und zu Boden gesunken war. Dann titrierte ich die mit der Pipette entnommene klare Flüssigkeit mit 1/10 n HCl unter Anwendung von Phenolphtalein als Indikator. Selbstverständlich mussten alle gebrauchten Glaswaren vollständig trocken sein. Anfangs arbeitete ich auch in durchaus CO_2-freien Erlenmeyer-Kölbchen etc.; ich verzichtete jedoch später auf diese Vorsichtsmassregeln, da das CO_2 während des Titrierens doch nicht fernzuhalten ist, und der Fehler innerhalb der Versuchsfehler fällt.

Für jede Röhre bestimmte ich 3—4mal den Laugengehalt von 10 cm^3. Nur wenn 3 der gefundenen Zahlen völlig übereinstimmten, war der Versuch brauchbar, da sonst, wenn die gefundenen Werte auf die verschiedenen Einheiten sämtlicher Blätter berechnet wurden, besonders bei kleinen Pflanzen, grössere Fehler hätten entstehen können. Ich titrierte auf Farblosigkeit, brachte dann ein Tröpfchen Lauge hinzu, das beim Schütteln sofort den Umschlag bewirken musste. Nach einiger Zeit las ich nochmals an der HCl-Bürette ab. Der für 10 cm^3 gefundene Laugenwert wurde nun auf die verwendete $Ba(OH)_2$-Menge umgerechnet, der Verlust an Lauge und dadurch die darin enthaltene Kohlensäure bestimmt.

Bei Anwendung der eidgenössisch geprüften Normal-Büretten von 50 cm^3 Inhalt und mit Teilung in 1/10 cm^3 konnte ich 1/20 cm^3 gut ablesen, 1/40 cm^3 eventl. noch schätzen. Da 1/20 cm^3 1/10 n HCl 0,0001 gr CO_2 entspricht, werde ich in der Folge die erhaltenen Werte bis zur 4. Dezimale angeben, und je nachdem die nächste Stelle unter oder über 5 liegt, die Werte ab- oder aufrunden. Bei den CO_2-Bestimmungen der Luft wurde in der Tabelle öfters die 5. Dezimale angegeben, weil diese Zahl logarithmisch weiter verwendet wurde; dabei bin ich mir völlig bewusst, dass diese 5. Stelle nur hypothetischen Wert hat.

2. Bestimmungen des CO_2 der Luft.

Da ich mit dem CO_2 der Luft arbeitete, musste dieses jedesmal genau bestimmt werden. Dies ist besonders in der Ebene, z. B. in Basel nötig, wo, wie es sich gezeigt hat, der CO_2-Gehalt stark, nämlich von 0,3 ‰ bis 3,1 ‰ (in Grammen pro Liter ausgedrückt) schwankt. In Samaden und hauptsächlich auf Muottas Muraigl ist er im allgemeinen kleiner als in Basel, auch sind seine Schwankungen geringer.

Die Schwankungen in Basel und in den Alpen sind grösser, als nach den Angaben von *Brown* und *Escombe* zu erwarten war

(1905 S. 118—121). Wahrscheinlich ist dies darauf zurückzuführen, dass ich im Gegensatz zu *Brown* und *Escombe* das CO_2 nur etwa 70 cm und darunter über der Erde mass, wo es nach *Demoussy* (1904 S. 291 ff.) in bedeutend grösserer Menge vorhanden ist als in grösserer Höhe.

Zur Bestimmung des CO_2-Gehaltes wird eine bekannte Luftmenge durch eine Pettenkofer-Röhre geleitet. Wird die bei der Titration gefundene CO_2-Menge durch die Anzahl Liter geteilt, welche die Röhre passieren, so erhält man den CO_2-Gehalt in Grammen pro 1 Liter Luft.

3. Der Assimilationsversuch.

Die nachstehenden Assimilationsversuche führte ich alle in einem Luftstrome von natürlichem CO_2-Gehalte aus, um möglichst natürliche Bedingungen zu schaffen. Der Luftstrom wurde durch ca. 30 Liter fassende Aspiratoren erzeugt, von denen je 2 so zusammengestellt waren, dass durch Schlauchverbindungen das Wasser aus dem oberen in den unteren fliessen konnte. Die Aspiratoren waren mit Standröhren versehen, hinter welchen eine Einteilung in Liter angebracht war. Die Teilstriche lagen so weit auseinander, dass mit Hilfe eines Millimeterstabes 100 cm^3 abgelesen werden konnten.

Durch die ganze Apparatur — sie bestand aus U-Röhre, Waschflasche, Recipient mit Pflanze und Pettenkofer-Röhre — wurde ein der Menge des ablaufenden Wassers entsprechendes Quantum von Luft durchgesaugt.

Alpen- und Ebenenpflanzen wurden, wie schon erwähnt, gleichzeitig untersucht; die Apparatur für die beiden untersuchten Pflanzen war dieselbe. Während der Atmung wurde die Luft durch die in Bimssteinstückchen enthaltene KOH eines U-Rohres sowie durch die $Ba(OH)_2$ einer Waschflasche von CO_2 befreit.

Der Recipient, welcher die Pflanze enthielt, bestand aus einer Glasglocke mit Hals und geschliffenem Rand. Der Hals war mit einem doppelt gebohrten Gummipfropfen geschlossen. Durch die eine Bohrung führte eine ausserhalb des Recipienten rechtwinklig gebogene Röhre bis unten in die Glocke, durch die andere Bohrung eine gleichgestaltete Röhre, die jedoch nur bis zum Halsende reichte. Ausserdem war am Gummipfropfen ein Thermometer befestigt, das frei in die Glocke hing. Die Oberfläche des Gummipfropfens und seine Fugen am Glashals waren mit Paraffin übergossen, wodurch völlige Dichtigkeit erreicht wurde. Den Rand der Glocke dichtete ich mit einem Gemisch von Schweineschmalz

und Wachs auf eine Mattscheibe auf. In der Mitte der Glasscheibe befand sich ein rundes Loch. Unter diesem war ein kleiner etwas CO_2-freies Wasser enthaltender Glaszylinder mit Siegellack an der Glasplatte luftdicht befestigt, der zur Aufnahme der unterirdischen Teile der Versuchspflanzen bestimmt war. Die Pflanze hatte somit in allen Versuchen genügend Wasser zur Verfügung. Die oberirdischen Teile ragten in den Recipienten hinein.

Es könnte der Einwand erhoben werden, dass das im Gefäss enthaltene Wasser das von der Wurzel ausgeschiedene CO_2 absorbiere. Anfänglich wurde auch jedesmal nach Beendigung des Versuchs dieses Wasser mit $Ba(OH)_2$ versetzt und mit HCl zurücktitriert. Da hiebei immer der volle Laugenwert gefunden wurde, darf man annehmen, dass die kleine Wassermenge äusserst wenig CO_2 absorbiert. Das vom Wasser eventl. absorbierte CO_2 diffundiert vermutlich durch die Pflanze in den Recipienten und wird dort entweder als Atemkohlensäure gefunden oder bei der Assimilation sogleich verarbeitet; auf jeden Fall wird es gemessen. Deshalb titrierte ich den Inhalt des Glaszylinders nicht mehr und fixierte das Gläschen dauernd an der Glasplatte.

Während der Atemversuche kamen noch zwei Dunkelstürze zur Verwendung, die, zur Vermeidung allzugrosser Erwärmung, aussen weiss gestrichen waren. Zwischen Pettenkofer-Röhren und Aspiratoren waren eingeschliffene Glashähne angebracht; die Schlauchverbindungen zwischen den Capillaren der Pettenkofer-Röhren und dem Recipienten konnten durch Quetschhähne geschlossen werden.

Ich liess die Pflanzen 1—2 Stunden assimilieren, und bestimmte nach und vor dieser Zeit die stündliche Atmung. Bei der Assimilation passierten während eines in der Ebene ausgeführten Versuches 3,4—4 Liter Luft den Recipienten; in den Alpen liess ich wegen des geringen CO_2-Gehaltes 6—7 Liter durch den Recipienten streichen.

Gang des Assimilationsversuches: Zunächst leitete ich durch beide Recipienten CO_2-freie Luft. Hierauf verband ich die bis zur Pflanze reichende längere Röhre beider Recipienten mit je einer Pettenkofer-Röhre — der Atemröhre — und bedeckte den Recipienten sofort mit dem Dunkelsturz. Die darin für den Durchtritt der Röhren angebrachte Öffnung wurde neben diesen mit schwarzer Watte lichtdicht verschlossen. Die Atemkohlensäure gelangte mit der durchgesogenen Luft in die Atemröhre, wo sie mit dem $Ba(OH)_2$ als $BaCO_3$ ausfiel. Nach einer Stunde wurden die Hähne geschlossen, die Dunkelstürze entfernt und durch den Recipienten gewöhnliche Luft gesaugt, um die Pflanzen noch vor Beginn

des Assimilationsversuches in Luft von normalem CO_2-Gehalt zu versetzen. Dann schloss ich jeden Recipienten mit seiner kurzen Röhre an die 2. Pettenkofer-Röhre an (Assimilations-Röhre). Durch die lange Röhre des Recipienten wurde gewöhnliche CO_2-haltige Luft angesaugt, die direkt über der Pflanze in den Recipienten eintrat. Ausser der Luftkohlensäure stand der Pflanze noch die Atemkohlensäure zur Verfügung. Was sie davon nicht brauchte, wurde vom $Ba(OH)_2$ der Assimilationsröhre gefällt.

Während jedes Assimilationsversuchs führte ich eine Bestimmung der Intensität der stark brechbaren Strahlen mit dem Ederschen Gemisch (vergl. S. 82) und eine CO_2-Bestimmung der Luft (vergl. S. 70) aus. In Basel wurde bisweilen durch verschiedene Kühlvorrichtungen die Temperatur des Recipienten herabgesetzt (siehe S. 77).

Nach Beendigung des Assimilationsversuches wurde wieder CO_2-freie Luft durch den Recipienten geleitet, und nochmals während einer Stunde die Atmung bestimmt.

Von der der Pflanze aus der Luft und von ihrer eigenen Atmung für die Assimilation zur Verfügung stehenden Kohlensäure subtrahierte ich das in der Assimilationsröhre niedergeschlagene CO_2 und erhielt so die Menge des assimilierten CO_2. Dieses rechnete ich zunächst auf eine Stunde um und den stündlichen Wert auf die Einheit des Volumens und der Oberfläche der Pflanze (1 cm^3 und 100 cm^2), dann wurde das Verhältnis der auf die Einheit der Oberfläche und des Volumens bezogenen Werte von Alpen- und Ebenenpflanzen gebildet, und endlich für jede Pflanze das Verhältnis der Assimilation zur Atmung berechnet.

III. Berechnung der Assimilationswerte auf die Einheiten von Gewicht, Fläche und Volumen der Blätter.

Die für die Alpen- und Ebenenpflanzen gefundenen Assimilationswerte berechnete ich anfänglich auf 1 gr Frischgewicht, 100 cm^2 Fläche, 1 cm^3 Volumen und 1 gr Trockengewicht der Blätter. Um die Abhängigkeit der CO_2-Assimilation von diesen Grössen festzustellen, exponierte ich gleichzeitig 2 Individuen derselben Spezies aus gleicher Höhenlage. Die Kontrolltabelle 14 zeigt, dass die Assimilationswerte auf Volumen und Fläche berechnet die geringsten Schwankungen aufweisen; ich teile deshalb in den folgenden Tabellen (17—35) nur diese mit.

Das Frischgewicht kann sich im Laufe des Versuchs in Folge verschiedener Wasseraufnahme und -Abgabe ändern; immerhin können diese Schwankungen durch den Wasseraustausch nicht be-

deutend sein, da ja der Chlorophyllgehalt der Blätter aufs Frischgewicht bezogen, nahezu konstant ist (siehe S. 51 ff.). Doch geht aus Tabelle 14 hervor, dass als Einheit der Assimilationswerte das Frischgewicht nicht so gut brauchbar ist, wie Volumen oder Oberfläche der Blätter.

Als gänzlich unbrauchbare Einheit erwies sich das Trockengewicht. Dieses ändert sich ja während des Assimilationsversuches beständig. Zunächst werden Assimilationsprodukte gebildet, die die Trockensubstanz des Blattes erhöhen; dann werden solche Produkte wieder abgeleitet und zu einem kleinen Teil auch veratmet, was eine weitere Verringerung der Trockensubstanz bedeutet.

Neben diesen täglich vorkommenden Änderungen konnte ich noch eine jährliche Schwankung der Trockensubstanz der Blätter bemerken, indem sie im Sommer im allgemeinen 25 Prozent, im Winter 9—12 Prozent des Frischgewichts beträgt. Dies stimmt durchaus mit den Resultaten *Lubimenko's* (1908 Annales S. 333 und 372), nach welchen im allgemeinen bei abnehmender Lichtintensität, die sich ja auch in meinen Versuchen gegen den Winter hin geltend macht, die Menge des Trockengewichts sinkt. Über die unmittelbare Ursache dieser Erscheinung habe ich noch keine Versuche angestellt; ich vermute aber, dass der zerstörende Einfluss des im Sommer stärkeren Sonnenlichts auf die Diastase den schnellen Abtransport der Stärke hindert und so eine Aufspeicherung der Assimilate im Laubblatt befördert; bei schwachem Licht und niederer Temperatur hingegen baut die Diastase im Laufe des Tages die gebildete Stärke fortwährend ab, der gebildete Zucker wird abgeleitet, und es kann sich nie viel Trokensubstanz in den Blättern aufhäufen.

Wenn nun bei 2 Pflanzen derselben Spezies aus gleicher Meereshöhe die Assimilationswerte auf die Blattfläche als Einheit bezogen brauchbare Werte ergeben, so sind diese, wenn sie von Individuen verschiedener Meereshöhe stammen, nicht mehr einwandfrei, da ja die Blätter aus verschiedener Meereshöhe ungleich dick sind. Die auf das Volumen bezogenen Werte sind in diesem Falle korrekter. Ich teile die Oberflächenwerte nur mit, weil in andern Arbeiten über die CO_2-Assimilation nur sie erwähnt sind.

1. Bestimmung der Oberfläche der Blätter.

Um die Oberfläche der Blätter zu bestimmen, exponierte ich diese auf mittelschwerem Lichtpauspapier. Es ist am vorteilhaftesten, die Blätter so kurz als möglich, am besten dem direkten

Sonnenlicht, zu exponieren; 1/2 bis 2 Minuten genügen. Bei diffusem Tageslicht muss die Exposition bis auf eine halbe Stunde ausgedehnt werden. Die Verwendung künstlichen Lichtes ist noch unvorteilhafter, da eine noch längere Exposition erforderlich ist. Die Lichtpausen fixierte ich in Wasser, trocknete sie an der Luft, schnitt die Blattformen aus und trocknete sie weiter während eines halben Tages im $CaCl_2$-Exsikkator. Dann wog ich sie in einem geschlossenen Wägfläschchen. Das Gewicht von 1 cm^2 dieses Papiers wurde vorher durch mehrere Wägungen festgestellt und der Umrechnungslogarithmus von Gewicht auf Fläche notiert. Der Logarithmus der für die Blattflächen erhaltenen Anzahl gr (gewöhnlich waren es Bruchteile von solchen) braucht nun nur zum Umrechnungslogarithmus addiert zu werden, damit man den dazu gehörigen Numerus resp. den Flächeninhalt der Blätter erhält. Ich ziehe nur die eine Seite der Blätter in Rechnung, da in meinen Versuchen fast ausschliesslich die Oberseite belichtet wurde.

2. Bestimmung des Volumens der Blätter.

Um die Blätter benetzbar zu machen, entfernte ich die ihnen adhaerierende Luft unter der Luftpumpe und injizierte sie mit Wasser. Dann bestimmte ich mehrere Male hintereinander das Volumen durch die Wasserverdrängung der Blätter in einer Bürette.

3. Schwankungen der auf die Einheit des Volumens etc. berechneten Assimilationswerte.

Bei der Ungleichheit meines Pflanzenmaterials (vergl. S. 45) konnte ich nicht erwarten, dass die z. B. auf die Einheit des Volumens berechnete Grösse der CO_2-Assimilation bei ein und derselben Spezies in Ebenen- resp. Alpenform übereinstimmten. Ich war auf starke individuelle Schwankungen gefasst. Nun zeigt aber die Kontrolltabelle 14, welche gleichzeitige Versuche mit Individuen derselben Spezies und desselben Standortes enthält, dass der Mangel an reinen Linien in meinen Versuchen ohne Belang ist; denn es ist nicht anzunehmen, dass ich bei den Kontrollversuchen jeweilen 2 Individuen derselben reinen Linie untersucht habe.

Die grossen Unterschiede in den auf die Einheit des Volumens und der Oberfläche berechneten Assimilationswerte, welche an verschiedenen Tagen gewonnen wurden (Tabelle 17—35), sind also nicht auf individuelle Schwankungen zurückzuführen, sondern auf die ungleiche Beeinflussung der Pflanzen an den dem Versuch vorausgehenden Tagen.

Da die Pflanzen vor den Versuchen im Freien gehalten wurden, waren sie den wechselnden Einflüssen der Witterung preisgegeben, waren also an verschiedenen Tagen vor dem Beginn des Versuchs verschieden gestimmt, sodass sie während des Versuches auch auf gleichartige Einflüsse nicht völlig gleich reagieren konnten. Im Winter waren diese Einflüsse offenbar besonders stark; denn gerade in dieser Zeit erhielt ich sehr grosse Schwankungen der auf die Volumen- oder Oberflächeneinheit berechneten Assimilationsgrössen. Auch in der alpinen Station (2450 m), wo häufig in der Nacht Schnee und Frost eintrat, machten sich diese Einflüsse natürlich geltend, obwohl die Pflanzen über Nacht gedeckt waren. Prinzipiell wichtig jedoch ist, dass die zu einem Versuch verwendeten Alpen- und Ebenen-Individuen vor diesem Versuch

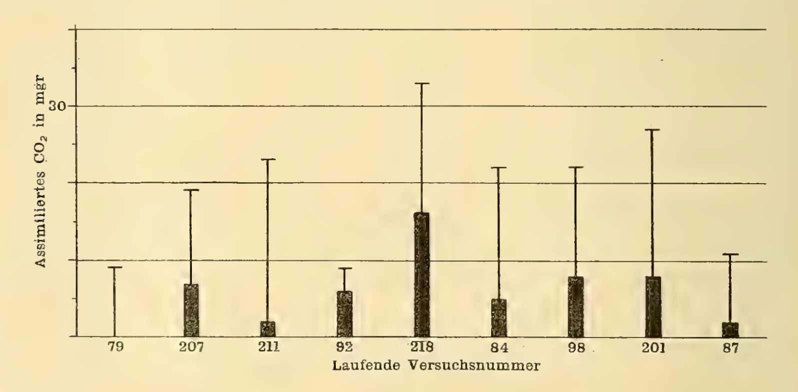


Fig. 2. Primula farinosa. Schwankungen der Assimilationswerte.

unter genau den gleichen Bedingungen gehalten worden waren und darum physiologisch gleich oder ähnlich gestimmt, auf den gleichen äusseren Einfluss meist gleichsinnig reagierten.

Unter diesen Umständen können zunächst nur Werte von Ebenen- und Alpenpflanzen eines gleichzeitigen Versuchs miteinander verglichen werden. Immerhin lassen sich auch allgemeine Schlüsse ziehen, wenn man das Verhältnis der Assimilationsgrössen von Alpen- und Ebenenpflanzen eines Versuches mit den Verhältniswerten anderer Versuche vergleicht.

Die Schwankungen lassen sich am deutlichsten graphisch darstellen. Ich greife zu diesem Zwecke aus Tabelle 29 die auf 1 cm^3 bezogenen Assimilationswerte für Primula farinosa beliebig heraus — jede andere Pflanze würde ein ähnliches Bild ergeben — und trage die für Alpen- und Ebenenpflanze gefundenen Assimilationswerte auf nebeneinanderstehenden Vertikalen

ab. Die Werte für Alpen- und Ebenenpflanze eines Versuchs sind also auf derselben Vertikalen eingetragen (Wert der Ebenenpflanze dicke Linie, Wert der Alpenpflanze dünne + dicke Linie). Es zeigt sich, dass die Differenz der beiden Werte in den meisten Versuchen ungefähr gleich gross ist, dass also bei starker Assimilation der Alpenpflanze auch diejenige der Ebenenpflanze im allgemeinen einen hohen Wert zeigt. (Die Extremversuche sind natürlich ausgenommen.)

IV. Bestimmung der äusseren Faktoren.

1. Messung der Temperatur.

Für jeden Versuch wurden zweierlei Temperaturmessungen vorgenommen. Zunächst mass ich die Schattentemperatur. Schwankte sie während der Versuchszeit, so gebe ich in den folgenden Tabellen das Mittel dieser Schwankungen an. Die Apparatur war in allen Stationen so aufgestellt, dass diese Schwankungen auf ein Minimum herabgedrückt wurden.

Es wäre zur Beurteilung der Assimilation wichtig, ausser der Schattentemperatur die Innentemperatur der Pflanze zu kennen. Leider war es mir nicht möglich, diese thermoelektrisch zu bestimmen, wie es s. Z. *Matthaei* (1905 S. 75—78) getan hat. Da ein mit Chlorophyll bestrichenes Thermometer sich am Licht infolge der Farbstoffzersetzung als unbrauchbar erwies, mass ich die Temperatur über der Pflanze im Recipienten mit einem berussten Thermometer. Ohne Zweifel absorbiert dieses mehr Strahlen und erwärmt sich stärker als die grüne Pflanze. Doch ist die Differenz der Temperatur des geschwärzten und des am Schatten hängenden Thermometers und die Lichtabsorption in der Pflanze annähernd proportional.

Um im Innern des Recipienten allzu hohe Temperaturen zu vermeiden, wurden Kühleinrichtungen getroffen. Zuerst verwendete ich parallelwandige Cüvetten aus Spiegelglas, deren Wasserfüllung im Lauf des Versuchs öfters erneuert wurde. Dies genügte jedoch nicht, um die Temperatur im Recipienten dauernd niedrig zu halten. So nahm ich schliesslich eine zu den Sonnenstrahlen senkrecht gestellte Glasplatte zu Hilfe, die dauernd mit Leitungswasser überflutet wurde. Auf diese Weise erzielte ich unter geringem Verlust von Lichtintensität konstant um ca. 5° niedrigere Temperaturen.

Auch wenn die Sonne mit Wolken bedeckt ist, liegt die Temperatur des geschwärzten Thermometers im Recipienten gewöhnlich

etwas höher als die Schattentemperatur, da die dunklen Wärmestrahlen nicht mehr aus dem Glas austreten können (*Blackmann* und *Matthaei* 1905 Seite 409). Bei direktem Sonnenlicht ist der Unterschied der im Recipienten beobachteten und der Schatten-Temperatur besonders in den Alpen sehr gross (in Versuch 233 Samaden Tabelle 18 beträgt er 32°).

Innerhalb des Recipienten konnte bei Besonnung, auch mittelst Kühlung, nie völlige Konstanz der Temperatur erreicht werden. Die in den Tabellen angegebenen Werte repräsentieren die höchsten Werte, die ich ablas. Ich bezeichne sie als Maximaltemperaturen.

Wenn der Recipient in die Sonne gestellt wird, steigt die Temperatur während der ersten Minuten sehr stark, dann immer langsamer. Dabei ist aber zu beachten, dass die Luft, die durch den Recipienten gesaugt wird, annähernd oder ganz die Schattentemperatur hat. Presst man nämlich mit der gleichen Geschwindigkeit wie während des Versuchs Luft durch den besonnten Recipienten, so zeigt ein vor die Ableitungsröhre gehaltenes Thermometer ungefähr die Schattentemperatur.

Die Maximaltemperatur scheint auf die Pflanze keinen entscheidenden Einfluss auszuüben. Die Assimilation wurde bei schwachem Licht, wie hauptsächlich Tabelle 21 von Anthyllis zeigt, durch die Aussentemperatur und nicht durch die Maximaltemperatur bedingt.

Da ich direktes Sonnenlicht verwendete, war es nicht möglich, die Temperatur während eines Versuches konstant zu erhalten, und ich musste mich deshalb mit Näherungswerten begnügen. Die Hauptsache ist ja, dass bei meiner Versuchsanstellung je eine Ebenen- und eine Alpenpflanze bei gleichen Temperaturverhältnissen untersucht wurden, und dass die Differenz zwischen Schatten- und Maximaltemperatur mit genügender Genauigkeit festgestellt werden konnte; wie meine Versuche ergeben (siehe S. 82 und 87 ff.), ist gerade diese Differenz von grosser Wichtigkeit.

Um die Pflanzen bei ungefähr derselben Temperatur atmen zu lassen, bei welcher sie nachher assimilieren mussten, stellte ich den Recipienten vor der Atmung immer an die Sonne, bis die Temperatur jenen Grad erreicht hatte, von dem aus sie während des Assimilationsversuchs nur noch langsam zu steigen pflegte. Dann wurde der Dunkelsturz über den Recipienten gesetzt, und der Atemversuch begonnen. Die Temperatur blieb nun annähernd konstant; während des darauf folgenden Assimilationsversuchs stieg sie noch um 2—5°. Zu Beginn des nachfolgenden Atemversuchs fiel sie wieder um ebenso viel, blieb dann aber konstant.

Man könnte noch den Einwand erheben, die vom geschwärzten im Recipienten aufgehängten Thermometer angegebenen Temperaturen seien viel höher als die Temperaturen, welche in der Umgebung der Pflanze unter natürlichen Bedingungen herrschen. Wie aus einigen Beobachtungen hervorgeht, die ich im Laufe des Sommers 1916 auf Muottas-Muraigl gemacht habe, ist dies jedoch wenigstens in den Alpen nicht der Fall. Ich mass erstens die Temperatur direkt über der besonnten Pflanze mit geschwärztem Thermometer, zweitens die Schattentemperatur mit blankem, und drittens die Temperatur im Innern des Recipienten mit geschwärztem Thermometer. Sobald ich das Thermometer 1—2 dm von der Pflanze entfernte, fiel es stark, bis es nur wenig mehr als die Schattentemperatur zeigte. Die Resultate sind in Tabelle 15 wiedergegeben.

Tabelle 15. Temperaturverhältnisse in den Alpen.

Datum	Zeit	Schattentemperatur im Freien gemessen	Temp. des geschwärzten Thermometers dicht über der freien Pflanze	Temp. des geschwärzten Thermometers im Recipienten
29. VII.	7 15	5°	7°	9°
	8 20	6°	8°	12°
30. VII.	9 00	10°	23°	18°
	12 00	10°	26½°	30½°
31. VII.	9 35	6½°	25°	24° 30°
	11 35	13½°	37°	—
1. VIII.	8 40	7°	22°	23°
2. VIII.	8 50	8°	29½°	29°
3. VIII.	9 00	8°	19°	27°
4. VIII.	9 20	8°	22°	27°
	10 30	8°	25°	27°
5. VIII.	10 00	—2°	20°	22°
11. VIII.	8 40	3½°	16°	21°
19. VIII.	10 00	3°	6½°	6½°
21. VIII.	9 30	1°	9°	18°
22. VIII.	9 00	—1°	12°	18°
2. IX.	10 00	4°	21°	23°

Um die in dieser Tabelle enthaltenen Zahlen diskutieren zu können, muss ich einiges über die Temperaturunterschiede in Ebene und Alpen sagen. Sie finden sich bei *Hann* (1908 S. 201—240),

Schröter (1904 S. 40—48) und bei *Dorno* (1911 S. 17—22) ausführlich dargestellt. In Bezug auf Temperatur ist das alpine Klima charakterisiert durch die starke Abnahme der Schattentemperatur, den grossen Unterschied zwischen dieser und der Strahlungstemperatur, die relativ hohe Bodenwärme gegenüber der kalten Luft, die starke nächtliche Ausstrahlung. Dabei ist natürlich die Exposition von grösster Bedeutung. Auch die Luftbewegung beeinflusst diese Grössen wesentlich. Speziell im Engadin, wo ich meine Gebirgsversuche machte, ist im Sommer selten ein Tag ohne kalten Wind (*Hann* 1908 S. 285—86).

Die im Freien wachsenden Alpenpflanzen sind also besonders mit ihren unterirdischen Teilen hohen Temperaturen ausgesetzt. Über ihre oberirdischen Organe streicht schon bei schwachem Wind Luft von niedriger Temperatur. Da auch das im Glaszylinder enthaltene, die Wurzeln umgebende Wasser vom Glas stark erwärmt wurde, entsprachen die Bedingungen, denen meine Pflanzen im Recipienten ausgesetzt waren, annähernd den Aussenbedingungen.

Die im Recipienten herrschende Temperatur (Tabelle 15) wurde von der im Freien über der Pflanze gemessenen in einzelnen Fällen, wahrscheinlich infolge von Bewölkung, nicht erreicht, war jedoch im Durchschnitt meist etwas höher. Doch überstieg sie nie Temperaturen, die nicht auch gelegentlich im Freien beobachtet wurden.

2. Das Licht.

Bei meinen Assimilationsversuchen verwendete ich direktes Sonnen- oder bei Bewölkung diffuses Tageslicht als Lichtquelle. Natürlich kommt bei dem direkten Sonnenlicht stets noch die diffuse Strahlung des Himmelsgewölbes hinzu.

Die Lichtverhältnisse der Alpen sind von denjenigen der Ebene sehr verschieden (*Hann* 1908 S. 201—209; *Schröter* 1904 S. 41—46; *Dorno* 1911 S. 8—37 und 40—70).

Zunächst ist eine Zunahme der Gesamtstrahlung zu konstatieren, die nach Angström (*Hann* S. 204) für 3,3 km Höhendifferenz auf die horizontale Fläche berechnet 20 % beträgt. Ausserdem nimmt die ultraviolette Strahlung der Sonne stark zu. *Hann* (1908 S. 204—206) gibt für sie eine Zunahme um 11 % vom Meeresspiegel bis 2000 Meter an. Endlich tritt mit steigender Meereshöhe das diffuse Licht immer mehr hinter dem direkten Sonnenlicht zurück (*Hann* 1908 S. 206).

Dorno (1911) hat das Licht im subalpinen Davos (1600 m) hauptsächlich auf seine spektrale Zusammensetzung hin untersucht

und Vergleiche mit dem Ebenenlicht gezogen, soweit solche bei dem wenigen Material, das für die Ebene vorliegt, möglich waren. Mich berühren hauptsächlich die Angaben über die Gesamtstrahlung (Sonnenlicht + Himmelsgewölbe) mit und ohne Bewölkung in den Sommermonaten. *Dorno* teilt das sichtbare Spektrum in die Helligkeitsstrahlen (rot – grün) und in die blauvioletten — photographisch wirksamen — Strahlen. Die folgenden Bezeichnungen: Gesamtstrahlung etc. sind alle im Sinne *Dornos* (1911) zu verstehen.

Das Maximum der Helligkeitsstrahlen bei wolkenlosem Himmel fällt in die Monate Mai und Juli, das Tagesmaximum auf den Mittag. In der ersten Jahreshälfte sind die Lichtstrahlen stärker als in der zweiten (S. 45). Der Quotient Sonnenlicht : diffuses Licht ist allein von der Sonnenhöhe abhängig; er steigt mit ihr und ist viel grösser, wenn die Berge nicht mit Schnee bedeckt sind (S. 49). Davos hat ohne Rücksicht auf die Bewölkung im Sommer die 1,8fache, im Winter die 6fache, im Jahresdurchschnitt die 2,5fache Helligkeit der in Kiel herrschenden (*Dorno* S. 52). Die Helligkeit wird oft durch Wolkenreflexe erhöht, so lange die Sonne frei bleibt; dagegen drücken dunkle Wolken die Helligkeit hauptsächlich im Sommer herab (*Dorno* S. 52).

Im diffusen Licht nehmen die Helligkeitsstrahlen einen so kleinen Teil ein, dass sie in der Gesamtstrahlung ganz vernachlässigt werden können. Der blauviolette Teil des diffusen Lichtes dagegen ist beträchtlich und wird durch Schneereflex noch bedeutend erhöht (*Dorno* Tab. 43). Im Ganzen geht die blauviolette Gesamtstrahlung bei absolut wolkenlosem Himmel mit der Helligkeitsstrahlung parallel. Für die blauvioletten Strahlen beträgt das Verhältnis Sonnenlicht : diffuses Licht im Maximum 4, im Minimum $^1/_2$, gegenüber 15 resp. 3,7 des roten Lichtes (*Dorno* S. 62). Bewölkung wirkt auf die blauviolette Strahlung nur schwächend (*Dorno* S. 65). Im Gegensatz zur Ebene fallen in den Alpen die mittäglichen Ortshelligkeiten der kurzwelligen und langwelligen Strahlen zusammen (*Dorno* S. 64).

Im Sommer sind die blauvioletten Strahlen in Davos 1,1 mal, im Winter 3 mal, im Jahresdurchschnitt 1,6 mal so stark als in Neubrandenburg (Meereshöhe unter 100 Meter; *Dorno* S. 64) ohne Rücksicht auf die Bewölkung.

Diese Zahlen weichen von denen, die für die Helligkeitsstrahlung gefunden wurden, erheblich ab. *Dorno* stellt die Vermutung auf, dass in der Gesamtstrahlung der schwach brechbare Teil des Spektrums mit steigender Meereshöhe rascher zunimmt, als der stark brechbare. Seine Annahme würde mit der Tatsache übereinstimmen, dass der Wasserdampf der Atmosphäre, dessen

Menge nach unten zu rasch grösser wird, hauptsächlich die roten und gelben Strahlen absorbiert (*Hann* 1908 S. 10, 109 und 203). Mit dieser Annahme ist allerdings die Angabe Webers (*Dorno* S. 65) nicht in Einklang zu bringen, nach welcher in Kiel das Verhältnis der blauvioletten zu den roten Strahlen gleich ist wie in Davos.

Da meine alpinen Versuche in grösserer Höhe (Samaden 1709 m; Muottas Muraigl 2456 m) als die Messungen *Dorno*'s gemacht wurden, tritt in ihnen der alpine Charakter der Lichtverhältnisse noch viel stärker hervor. Ich musste natürlich davon absehen, so komplizierte Bestimmungen wie *Dorno* auszuführen. Die Gesamtstrahlung gebe ich in ihrem Wärmeeffekt ganz roh durch die Differenz zwischen Schatten- und Maximaltemperatur an. Zur Beurteilung der Beleuchtungsverhältnisse mögen jeweilen auch meine Angaben über die allgemeinen Witterungsverhältnisse dienen. Daneben nahm ich noch eine quantitative Messung des kurzwelligen Teils des Spektrums vor.

Da hiebei ein Mass für die Menge des während des ganzen Assimilationsversuches wirkenden Lichtes verwendet werden musste, konnte die jetzt gewöhnlich verwendete, mit lichtempfindlichen Papieren arbeitende *Wiesner*'sche Methode (*Wiesner* 1907 S. 10—33) nicht verwendet werden, weil diese nur die Intensität des Lichts in einem bestimmten Moment wiedergibt. Es kamen deshalb für mich nur Aktinometer-Flüssigkeiten in Betracht.

Leider haben diese alle den Fehler, der übrigens auch der *Wiesner*'schen Methode anhaftet, nur für die kurzwelligen Strahlen empfindlich zu sein.

Ich verwendete das *Eder*'sche Gemisch (*Eder* 1879 S. 645—647) unter einigen Abänderungen in den Vesuchsbedingungen. Es setzt sich zusammen aus 2 Volumina einer 4prozentigen Ammoniumoxalat $(NH_4)_2 C_2 O_4$-Lösung und 1 Volumen einer 5 prozentigen Sublimatlösung ($HgCl_2$). Die Salze werden getrennt gelöst, dann gemischt und bis zur beginnenden Trübung dem Licht ausgesetzt. Hierauf wird die Mischung filtriert und im Dunkeln aufbewahrt. Im Licht setzt sie sich proportional der beleuchteten Fläche und der Intensität der stärker brechbaren Strahlen nach folgender Gleichung um.

$$2HgCl_2 + C_2O_4 (NH_4)_2 = Hg_2Cl_2 + 2CO_2 + 2NH_4Cl.$$

Da diese Ausscheidung je nach Temperatur und Expositionszeit (in Folge Konzentrationsänderung) verschieden ist, hat *Eder* Korrektionstabellen ausgearbeitet, die ich in meinen Bestimmungen auch benützte.

Eder's Versuchsanstellung (Becherglas mit übergreifendem Deckel) erwies sich für meine Zwecke als unbrauchbar, da bei niedrigem Sonnenstand die belichtete Fläche der Lösung teilweise oder ganz beschattet wurde, sodass die Kalomelausscheidung nicht mehr entsprechend der zur Pflanze gelangenden Lichtintensität vor sich ging.

Da die *Eder*'sche Methode nur relative Werte liefert, kann sie beliebig abgeändert werden, sofern dabei die Abscheidung noch proportional der auffallenden Lichtmenge vor sich geht. Ich benützte deshalb ein Erlenmeyer-Kölbchen, das bis auf eine 9 cm^2 grosse hellgelassene Stelle völlig geschwärzt wurde, wie es *Eder* selbst für einige seiner Versuche verwendet hatte. In dieses Kölbchen brachte ich nun 100 cm^3 des Gemisches und verschloss es lichtdicht mit einer Gummikappe. Bei der Exposition drehte ich es so, dass die ungeschwärzte Stelle der Sonne zugekehrt war, gleichgültig ob diese schien oder nicht. Nach der Exposition filtrierte ich den Inhalt gewöhnlich in einen Goochtiegel, seltener in einen gehärteten Filter ab. Das ausgeschiedene Kalomel wurde mit salzsäurehaltigem Wasser ausgewaschen, bis zur Gewichtskonstanz bei 100^0 im Chamotteofen getrocknet und im $CaCl_2$-Exsikkator abgekühlt. Die erhaltenen Kalomelwerte rechnete ich auf eine Stunde um und gebe diese Werte in den Tabellen an.

Die Kontrollversuche über die Proportionalität zwischen Kalomelausscheidung und Lichtmenge ergaben zunächst, dass elektrische Birnen bis zu 100 Kerzen Stärke wenigstens unter Ausschluss ihrer ultravioletten Strahlen viel zu schwach sind, um eine Ausscheidung zu bewirken. Ich benützte daher die Bogenlampe eines Projektionsapparates, wobei ich zwar nicht die Kerzenstärke, jedoch wenigstens die Expositionszeit variieren konnte.

Bei einer Expositionszeit von 15 Minuten erhielt ich 7 mgr, bei 20 Minuten 9,3 mgr und bei 30 Minuten 14,1 mgr Kalomel. Die Mengen des ausgeschiedenen Kalomels waren somit der Belichtungsdauer proportional. Die Methode liefert also brauchbare Werte.

Wenn ich für die Anordnung der Assimilationsversuche in den Tabellen 17—35 die Mengen des ausgeschiedenen Kalomels benütze, so bin ich mir wohl bewusst, dass dabei nur ein bestimmter Teil des Spektrums, nicht einmal der für die CO_2-Assimilation wirksamste, zum Ausdruck kommt. Im Hinblick auf die Angaben *Dorno*'s (1911) lässt sich jedoch eine solche Anordnung rechtfertigen unter der Bedingung, dass man die allgemeinen Witterungsverhältnisse genügend in Betracht zieht. So darf man z. B. nicht erwarten, dass bei schneebedecktem Boden der grössten

Menge ausgeschiedenen Kalomels auch die grösste Menge roten Lichtes entspricht, wie das ohne Schnee vielleicht der Fall wäre. In der Ebene fallen ja die beiden Intensitätsmaxima der roten und blauen Strahlen nicht zusammen.

In Alpen und Ebene wirkt nach meinen Beobachtungen das Licht im September und Oktober besonders intensiv auf das *Eder*sche Gemisch, ist dann offenbar besonders reich an blauvioletten Strahlen, während *Dorno* in Davos die grösste Intensität der stärker brechbaren Strahlen im Mai findet (S. 61). Bei Regen und starker Bewölkung ist in den Alpen die Kalomelausscheidung viel grösser als bei den entsprechenden Witterungsverhältnissen in der Ebene. Ist der Boden mit Schnee bedeckt, so findet besonders in den Alpen sehr starke Kalomelausscheidung statt.

Wenn auch den roten Strahlen bei der Photosynthese die Hauptbedeutung zukommt, so könnte man doch bei sehr starker blauvioletter Strahlung erwarten, dass sich das zweite Maximum der CO_2-Assimilation in der blauen Spektralhälfte, das wieder von *Kniep* und *Minder* (1909) für grüne Pflanzen, von *Meinhold* für Diatomeen (1911) gefunden wurde, geltend mache. Aus diesem Grunde versprach mir die *Eder*'sche Methode trotz ihrer Einseitigkeit gewisse Anhaltspunkte zu liefern. Ob sich bei meinen Versuchen das zweite Maximum der CO_2-Assimilation im blauvioletten Spektralteil geltend machte, werde ich S. 111 erörtern.

Da die Pflanzen im Recipienten transpirieren, beschlägt sich seine Innenwand. Wenn jedoch dieser Beschlag sehr stark wird, so läuft er in Form von Tropfen am Glase herunter und macht es dadurch fast überall wieder blank. In andern Fällen, hauptsächlich bei hoher Temperatur und schwachem Licht hält der Beschlag an und absorbiert viel Licht. Ich untersuchte daher einmal die Kalomelausscheidung gleichzeitig unter einem total beschlagenen und unter einem nicht beschlagenen Recipienten. Hierauf wechselte ich die Recipienten aus und erhielt folgende Zahlen:

	beschlagen mgr. Kalomel	nicht beschlagen mgr. Kalomel
Recipient 1	75,0	78,0
„ 2	75,5	78,5

In beiden Fällen wurde rund 3,8 Prozent Licht durch den Beschlag absorbiert. Die Zahlen liefern überdies noch den Beweis, dass die beiden Recipienten gleich viel stark brechbares Licht durchlassen.

Da alle Kühlvorrichtungen Licht absorbieren, führte ich die Lichtmessung selbstverständlich hinter ihnen aus.

3. Wassergehalt und Nährsalze.

Wie wichtig es ist, dass die Pflanzen bei der Assimilation genügend Wasser zur Verfügung haben, geht aus den Untersuchungen von *Kreusler* (1885 S. 913 ff.), sowie von *Déhérain* und *Maquenne* (1886 S. 167) deutlich hervor und ist auch durchaus verständlich, da ja Wasser zur Bildung der Kohlehydrate, also für die CO_2-Assimilation, unmittelbar nötig ist. Es fördert aber ausserdem noch mittelbar die CO_2-Assimilation. Zu Beginn des Welkens verlieren nämlich die Schliesszellen der Spaltöffnungen ihr Wasser häufig zuerst und schliessen sich (*Jost* 1913 S. 59). Dabei wird aber dem CO_2 der Eintritt in das Blatt gesperrt, da nach *Blackman* (1895 S. 541—51) erst bei höherem CO_2-Gehalt, wie er in meinen Versuchen nie realisiert war, cuticuläre CO_2-Aufnahme stattfindet. In beiden Fällen wirkt also Wassermangel auf die CO_2-Assimilation als begrenzender Faktor im Sinne *Blackman*'s (1905 Annals S. 289), er muss somit unter allen Umständen vermieden werden. Darum stellte ich den Versuchspflanzen stets so viel Wasser zur Verfügung, dass ihr Wassergehalt optimal war. Dagegen wurden den Pflanzen während des Versuchs keine Nährsalze zur Verfügung gestellt, da er höchstens 4 Stunden dauerte.

4. Allgemeine Einflüsse von Standort und Witterung.

Den Kapiteln über den Einfluss von Temperatur und Licht in Ebene und Alpen habe ich wenig mehr beizufügen. In Basel ist, abgesehen von den Wintermonaten, die Schattentemperatur im allgemeinen höher als in den Alpen. Hohe Intensitäten der blauvioletten Lichtstrahlen fanden sich in Basel mit Ausnahme der im September 1915 angestellten Versuche nie. Die in Basel im Recipienten gemessenen Maximaltemperaturen liegen bedeutend höher als die in den Alpen erreichten. Doch ist im allgemeinen die Differenz zwischen Maximal- und Schattentemperatur in Basel weniger gross als in den Alpen. Am grössten war sie im Frühling 1917.

Die in den Alpen herrschenden Licht- und Temperaturverhältnisse habe ich im allgemeinen schon auf S. 77 ff. und 80 ff. skizziert. Speziell ist noch zu erwähnen, dass in Samaden die Menge der blauvioletten Strahlen äusserst wechselnd ist (13 bis 255 mgr Kalomel). Ob dies zum Teil auf den ungünstigen Witterungsverhältnissen des Sommers 1916 beruht, kann ich nicht

sagen. In den Alpen treten Temperaturstürze und Witterungsumschläge im Laufe weniger Stunden auf. Trotz abgekürzter Versuchszeit (nur 1 Stunde Assimilation) gelang es mir nicht immer, während der Dauer eines Versuchs solche äussere Störungen zu vermeiden. So tritt öfters, nachdem das Licht etwa $^3/_4$ Stunden schwach gewesen war, am Ende des Versuchs bei plötzlicher Aufheiterung eine lebhafte Kalomelausscheidung auf.

Der in den Alpen gewöhnlich grosse Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht berührt meine Versuche nur mittelbar dadurch, dass meine Pflanzen im Freien kultiviert wurden. Auf Muottas Muraigl waren anfangs Juli und von Mitte August an selten mehrere Nächte frostfrei; gelegentlich sank die Temperatur recht tief (am 31. August Schneefall, darauf am 1. September morgens 6 Uhr -7^0). Da meine Apparate an einer sehr sonnigen Stelle aufgestellt waren, schmolz das Eis bald nach Sonnenaufgang, während es im Schatten gewöhnlich noch nach 11 Uhr lag. Von 12—4 Uhr war es bei Sonnenschein in der Nähe des Bodens ausserordentlich warm, während die Luft in einiger Entfernung vom Boden infolge des Windes kalt blieb.

Samaden zeigte seine alpine Lage hauptsächlich im September und Oktober durch fast tägliche Nachtfröste. Doch war es am Mittag in der Sonne viel wärmer als je in einem der Sommermonate.

Erklärung der Tabellen der Assimilationsversuche.

Die Tabellen sind ohne weiteres verständlich. Ich muss nur einiges über die Verhältniszahlen bemerken. Sie wurden in der Weise berechnet, dass die Ebenenpflanze als Einheit gewählt und als Nenner des Bruches verwendet wurde. So erhielt ich die Verhältniszahl

$$\frac{\text{Assimilations-Wert der Alpenpflanze}}{\text{Assimilations-Wert der Ebenenpflanze.}}$$

Bei Verhältniszahlen unter 1 (< 1) ist also die Ebenenpflanze, bei solchen über 1 (> 1) die Alpenpflanze im Vorteil.

Assimiliert eine Pflanze überhaupt nicht, so deute ich dies durch eine 0 an; dann ist es auch nicht möglich, das Verhältnis der beiden Assimilationswerte zu bilden, was ich durch einen wagrechten Strich (—) markiere.

In den Tabellen 17—35 bedeutet E die Ebenen-, A die Alpenpflanze. In der Kontrolltabelle 14 bedeutet I die eine, II die andere der gleichzeitig untersuchten Pflanzen. In der vorletzten

Rubrik ist die Herkunft und Höhenlage der Alpenpflanze angegeben.

Die Zeit des Versuchs habe ich nur angegeben, wenn sie mir besonders wichtig erschien. Findet sich keine weitere Angabe, so wurden die Versuche im Sommer immer im Laufe des Morgens, im Winter zwischen 10 Uhr morgens und 3 Uhr abends ausgeführt.

In der Rubrik „Bemerkungen" finden sich die Faktoren angegeben, die wahrscheinlich den Verhältniswert $\frac{\text{Alpenpflanze}}{\text{Ebenenpflanze}}$ bestimmen. In den gekürzten Tabellen ist die Überlegenheit der Alpenpflanze durch A, diejenige der Ebenenpflanze durch E angegeben. Findet sich die Angabe A E, so ist auf die eine Blatteinheit (z. B. auf die Oberfläche) bezogen die Alpen-, auf die andere Einheit (also auf das Volumen) bezogen die Ebenenpflanze im Vorteil; dies kommt in den Grenzfällen vor. Extreme Resultate sind durch Fettdruck von A und E hervorgehoben.

b) Die Versuche.

Bevor ich die Versuche der verschiedenen Pflanzen im einzelnen behandle, möchte ich einige allgemeine Beobachtungen besprechen, die sich aus den Tabellen 17—35 ergeben.

I. Allgemeine Ergebnisse über die Photosynthese.

In Basel habe ich in allen Jahreszeiten Versuche angestellt. Nun fällt es auf, dass die höchsten Assimilationswerte zum Teil gerade in die kalte Jahreszeit oder auf kalte Tage fallen (Versuch 159, Tab. 17; Nr. 31, 32, 35, 154, 160, 157, Tab. 22; Nr. 29, Tab. 31.)

Miss *Matthaei* (1905 S. 82—83) hat auch bei ihrem absolut einheitlichen Versuchsmaterial festgestellt, dass der Übergang vom Winter zum Frühling mit einer beträchtlichen Abnahme der Assimilationstätigkeit der Blätter verbunden war; je kälter die Jahreszeit oder der Tag, desto höhere Assimilationswerte erhielt sie. Sie glaubte, dass die Blätter im Sommer zu träge (sluggish) seien, um stärker zu assimilieren.[1])

---

[1]) Erst nach Abschluss meiner Arbeit erschien das Buch von *Willstätter* und *Stoll* (1918). Diese Autoren (S. 172—225) konstatierten bei niederer Temperatur ein besonders grosses Absorptionsvermögen des Blattes für CO_2, so dass nach ihrer Auffassung die Assimilation unter diesen Verhältnissen nicht so gering zu sein braucht, wie zu erwarten wäre. Diese Tatsache könnte auch meine hohen Assimilationswerte an kalten Tagen wenigstens zum Teil erklären.

Vielleicht stehen die im Winter beobachteten hohen Assimilationswerte mit dem gleichzeitig beobachteten geringen Trockengewicht der Blätter in Beziehung. In der kalten Jahreszeit ist jedenfalls eine Hinderung der Assimilation durch aufgehäufte Produkte der Photosynthese ausgeschlossen (*Ewart*, 1896 S. 429—438). Nach *Saposchnikoff* (1890; 1891 und 1895) tritt diese Hemmung bei ein und derselben Pflanze nicht immer bei gleichem prozentualem Trockengewicht ein, sondern durchschnittlich erst, wenn letzteres bei abgeschnittenen Blättern über 20% des Frischgewichts beträgt. In diesem Falle ist also *Matthaeis* (1905) Auffassung von der Trägheit der Blätter durchaus berechtigt.

Ob auch dem Winterlicht eine gewisse Rolle an diesen hohen Assimilationswerten zukommt, da es infolge der grösseren Trockenheit der Atmosphäre an roten Strahlen reicher ist, lasse ich vorläufig dahingestellt, werde aber später auf diese Frage zurückkommen.

Im Vergleich zu den Arbeiten von *Matthaei* (1905), *Blackman* und *Matthaei* (1905), sowie von *Brown* und *Escombe* (1902 S. 397—402 und 1905 I) sind meine auf 100 cm^2 Blattoberfläche bezogenen Assimilationswerte recht hoch, auch wenn man sie, was natürlich nötig, durch 2 dividiert, da die englischen Forscher Ober- und Unterseite berücksichtigen; zum Vergleich mit Miss *Matthaei*'s Zahlen sind die meinigen durch 4 zu dividieren, da sie 50 cm^2 Oberfläche als Einheit wählte.

Obwohl meine Assimilationswerte im allgemeinen grösser sind, als diejenigen der englischen Forscher, bleiben sie noch weit hinter dem von *Brown* und *Escombe* (1900 S. 275—276) theoretisch als möglich berechneten Wert der CO_2-Aufnahme von 2,578 cm^3 per Stunde pro 1 cm^2 Blattfläche zurück. Dieses Maximum ist allerdings in der Natur noch nie erreicht worden; *Brown* und *Escombe* stellten sogar nur Assimilationswerte von 5,2 bis 6,3% (1900 S. 277) der von ihnen als möglich berechneten Menge fest und führen diese kleinen Werte auf den hohen durch die Atmung erzeugten CO_2-Druck in den Atemhöhlen zurück. Weil dieser Grund nicht stichhaltig ist (siehe S. 89), fällt auch ihre Argumentation dahin.

Da ich mit ganzen Pflanzen, die erwähnten Autoren meist mit abgeschnittenen Blättern arbeiteten, glaube ich darin den Grund für meine hohen Assimilationswerte sehen zu müssen. *Ewart* (1896 S. 429—38) stellte, wie schon erwähnt, fest, dass die Aufhäufung der Assimilationsprodukte einen stark hemmenden Einfluss auf die Assimilationstätigkeit der Blätter ausübe; diese Hemmung tritt jedenfalls an ganzen Pflanzen, in denen für normale Ableitung gesorgt ist, viel später ein, als an abgeschnittenen Blättern.

Dieser Erklärung stehen die Beobachtungen von *Brown* und *Escombe* (1905 S. 51—52) entgegen, wonach abgeschnittene Blätter um 45% stärker assimilieren als solche, die mit der Pflanze in Verbindung bleiben. Dass die beiden Forscher dieses Resultat mit der *Sachs*'schen Methode erhielten, bei welcher die Zunahme des Trockengewichts bestimmt wird (*Brown* und *Escombe*, 1905 I S. 49—51), ist durchaus verständlich, weil die gebildeten Kohlehydrate nicht abgeleitet werden können. Die beiden Forscher fanden aber das gleiche Resultat auch bei direkter Messung der CO_2-Aufnahme (1905 I S. 51—52). Sie führten dies auf die auffallenderweise gerade um 45% grössere Öffnungsweite der Spaltöffnungen an abgeschnittenen Blättern zurück (1905 I S. 53), sodass, weil der Gasaustausch dem Radius der Öffnungsweite proportional ist, die höheren Assimilationswerte abgeschnittener Blätter auf starke CO_2-Zufuhr zurückzuführen wären.

Da ich hierüber keine Versuche angestellt habe, kann ich mir kein Urteil erlauben; es muss aber doch die Frage aufgeworfen werden, ob das Resultat nicht anders ausgefallen wäre, wenn *Brown* und *Escombe* die Atemkohlensäure berücksichtigt hätten, wozu sie eigentlich verpflichtet gewesen wären, wenn sie doch annehmen, dass infolge der Atmung der CO_2-Gehalt der Interzellularen so hoch sei, dass nur wenig CO_2 der Luft eintreten kann (1900 S. 277).

Man könnte vielleicht auch daran denken, dass das Anschneiden der Blätter auf die Assimilation einen ähnlich fördernden Reiz ausübe, wie auf die Atmung.

Was nun den Einfluss des Abschneidens von Blättern auf die Öffnungsweite der Spaltöffnungen betrifft, so hat schon *Thoday* (1910) die Angaben *Brown* und *Escombe* einer eingehenden und, wie mir scheint, durchaus berechtigten Kritik unterworfen. Er macht darauf aufmerksam, dass die Spaltöffnungen nach dem Abschneiden der Blätter nur im Anfang weit offen seien (1910 S. 442—43), solange noch die Wasserzufuhr genüge. Diese wird jedoch durch Verschleimung der Wundstelle bald mehr oder weniger gehindert. Für kleine Pflanzen — und um solche handelt es sich ja bei meinen Versuchsobjekten — genüge der Wurzeldruck für den Wassertransport, sodass die Spaltöffnungen auch bei nicht abgeschnittenen Blättern ganz geöffnet sein könnten (S. 442 und 449). Nach diesen Angaben glaube ich meine vorherige Vermutung aufrecht halten zu dürfen, nach welcher meine hohen Assimilationswerte auf die Verwendung ganzer intakter Pflanzen zurückzuführen sind.

Thoday (1910) findet, allerdings in freier Luft, eine viel bessere Ausnützung des Sonnenlichts zur Photosynthese, da er viel höhere Assimilationswerte für Helianthus annuus erhält als

Brown und *Escombe* (1905 I). Seine Zahlen stimmen auch viel besser mit meinen Werten überein, woraus ich wohl den Schluss ziehen darf, dass auch in meinen Versuchen voraussichtlich mehr Sonnenenergie zur Assimilation verwendet wurde, als bei *Brown* und *Escombe* (1905).

Im Gegensatz zu den Angaben von *Brown* und *Escombe* (1905) sowie von *Blackman* und *Matthaei* (1905) atmen meine Pflanzen zum Teil recht stark. Da meine Versuche über die Atmung von Alpen- und Ebenenpflanzen noch nicht abgeschlossen sind, führe ich hier nur einige Zahlen an (Tabelle 16). Soviel kann ich jetzt schon sagen, dass eine gewisse Korrelation zwischen Assimilation und Atmung bei mittleren Temperaturen besteht, in dem Sinne, dass Pflanzen, die stark atmen, auch stark assimilieren. Eine ähnliche Korrelation ist auch für Aspidistra (*Czapek* 1913 S. 535) festgestellt worden.

Von diesem Gesichtspunkte aus wären also meine hohen Assimilationszahlen wohl zu verstehen.

Tabelle 16.

Korrelation zwischen CO_2 - Assimilation und Atmung.

Pflanze	Stündlich assimiliertes CO_2 in mgr. pro 100 cm² Fläche		Stündlich ausgeatmetes CO_2 in mgr. pro 100 cm² Fläche	
	A	E	A	E
Bellis perennis	32,0	22,5	16,0	7,9
" "	215,5	178,6	129,3	106,3
Primula farinosa	22,4	14,3	11,2	9,5
" "	110,0	62,7	73,3	38,3
Taraxacum officinale	13,8	4,9	8,3	3,3
" "	121,5	112,1	57,9	51,4

(Die Atemwerte der ganzen Pflanze sind auf 100 cm² Fläche berechnet.)

Ob die Schwankungen des CO_2-Gehaltes der Luft wirklich ohne Bedeutung für das Leben der Pflanze sind (*Jost* 1913 S. 151) scheint mir fraglich, da ich im allgemeinen feststellen konnte, dass dem höheren CO_2-Gehalt der Luft eine Vergrösserung der Assimilationswerte entsprach. Schon *Brown* und *Escombe* (1902 S. 397—402; 1905 S. 48—49), sowie *Demoussy* (1903 S. 325) haben gefunden, dass die Assimilation im Luftstrom ungefähr proportional der Steigerung des CO_2-Gehaltes von 0,3°/₀₀ (Volumen) auf den fünf- bis sechsfachen Betrag steigt. Bei einer weiteren

Steigerung des CO_2-Gehaltes setzen aber nach *Blackman* und *Matthaei* (1905 S. 454—56) die in der freien Natur erreichten Temperaturen entgegen den Angaben früherer Autoren (*Godlewski* 1872, *Kreusler* 1895, weitere Literatur *Czapek* 1913 S. 527—29) als limiting factor eine Grenze.

Ein Vergleich der in Tabellen 17—35 enthaltenen Assimilationswerte jeder Spezies zeigt, dass sogar unter ähnlichen Aussenbedingungen, aber an verschiedenen Tagen (vergl. z. B. Nr. 23 mit Nr. 28 Tab. 22; Nr. 212 mit Nr. 100 Tab. 24; Nr. 158 und 159 in Tab. 17) die Schwankungen bedeutend sind. Bei länger gleichbleibendem Wetter sind dagegen unter sonst ähnlichen Aussenbedingungen öfters für eine Spezies auffallend übereinstimmende Werte zu konstatieren (siehe Nr. 247 und 245 die Alpenpflanze Tab. 18; Nr. 91 und 97 Tab. 19; Nr. 154 und 160 die Alpenpflanze Tab. 22). Da nach der Kontrolltabelle 14 die individuellen Unterschiede bei gleichzeitiger Untersuchung nicht in Betracht kommen (vergl. S. 75), müssen diese Schwankungen ihre hauptsächliche Ursache in der ungleichen Vorbehandlung des Pflanzenmaterials (S. 75 ff.) haben. Zeigen Anthyllis und Primula farinosa unter optimalen Bedingungen weniger grosse Schwankungen als Bellis und Taraxacum, so darf man annehmen, dass die ersteren gegen Ausseneinflüsse weniger empfindlich sind. Ferner konnte ich konstatieren, dass kleine Pflanzen derselben Spezies stärker assimilieren als grössere.

Ob ausser den angeführten Faktoren wie Licht, Temperatur und CO_2-Gehalt bei der Kohlensäure-Assimilation noch andere unbekannte Einflüsse wirksam sind, vermag ich vorläufig nicht zu sagen (vergl. S. 113). Immerhin fand ich (Tab. 14, 17 — 35), dass in den unter mittleren optimalen Bedingungen angestellten Versuchen die beiden gleichzeitig untersuchten Alpen- und Ebenenpflanzen gewöhnlich einander entsprechende Abweichungen von dem erwarteten Mittelwert zeigten, dass also das Verhältnis beider Werte viel weniger schwankte, als die absoluten Werte der Assimilationsgrösse. Die vor den Versuchen wirkenden Aussenfaktoren scheinen also Alpen- und Ebenenindividuen meist in gleichem Sinne zu beeinflussen.

Man könnte die Frage aufwerfen, wie sich Alpen-, resp. Ebenenpflanzen in Alpen und Ebene unter genau denselben Bedingungen verhielten. Die Frage ist sehr schwer zu beantworten. Da die klimatischen Bedingungen in Alpen und Ebene so verschieden sind, finde ich in allen meinen Versuchen nur einen einzigen Fall, in welchem in Alpen und Ebene annähernd gleiche Bedingungen

herrschten (Nr. 338 Tab. 17 und 68 Tab. 18): Anthyllis bei Regen oder bei vollständiger Bedeckung des Himmels bei 11—13° untersucht, ergibt folgendes Bild: In der Ebene versagt die Alpenpflanze bei der Assimilation vollständig. Die Ebenenpflanze hingegen assimiliert recht stark. In den Alpen assimiliert die Alpenpflanze ein wenig, die Ebenenpflanze assimiliert bedeutend weniger als in der Ebene. Ob man dieses Resultat verallgemeinern darf, weiss ich mangels weiterer Belege nicht.

Es ist auffallend, wie niedrig oft der Koeffizient $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$ in meinen Versuchen ausfällt, während frühere Autoren für die Atmung so geringe Werte erhielten, dass sie sie überhaupt vernachlässigen konnten. In meinen Versuchen musste eben immer die Atemkohlensäure der ganzen Pflanze, nicht nur diejenige der Blätter in Rechnung gezogen werden. Die Atmung der unterirdischen Teile ist nicht unbedeutend, wie ich durch spezielle Versuche feststellte. Besonders bei Bellis konnte ich beobachten, dass die auf das Frisch- oder Trockengewicht bezogene Atmung des unterirdischen Stengels diejenige der Blätter öfters übertraf. So allein lassen sich die vielen Koeffizienten $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$ erklären, die kleiner sind als 1.

Nach der Kontrolltabelle 14 ist dieser Koeffizient bei derselben Pflanzenspezies unter gleichen Bedingungen keineswegs konstant. Dies ist durchaus verständlich, wenn man bedenkt, dass es fast unmöglich ist, zwei Pflanzenindividuen von genau derselben Grösse in oberirdischen und unterirdischen Teilen zu finden. Waren bei dem einen Individuum die unterirdischen Teile stärker entwickelt, oder weniger verholzt, als bei dem andern, so musste dies, gleich grosse Blätter beider Individuen vorausgesetzt, eine Herabsetzung des Koeffizienten $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$ für das erste Individuum zur Folge haben. Wenn ich bei gleichzeitiger Untersuchung von zwei gleich vorbehandelten Pflanzen derselben Spezies aus gleicher Meereshöhe keine individuellen Unterschiede in der CO_2-Aufnahme feststellen konnte, so existieren solche doch in Beziehung auf den Überschuss der assimilierten über die ausgeatmete Kohlensäure.

Trotz den Schwankungen ergibt sich aus meinen Versuchen mit allen vier Pflanzen (Tabellen 17—35) die Tatsache, dass der Koeffizient Assimilation zu Atmung im Winter sehr oft kleiner ist als unter gleichen Bedingungen im Sommer; ferner, dass er im Winter oft ein echter Bruch ist, im Sommer jedoch nur bei sehr schwachem

Licht oder ausnehmend hoher Temperatur, für die Ebenenpflanze endlich auch bei sehr hohen, schädlich wirkenden Lichtintensitäten.

II. Spezielle Ergebnisse über die Photosynthese bei Alpen- und Ebenenpflanzen.

1. Die mit Anthyllis, Bellis, Primula und Taraxacum erhaltenen Resultate.

α) **Versuche mit Anthyllis Vulneraria.**

Tabellen 17, 18, 19, 20 und 21.

Ohne Rücksicht auf die Höhenlage, in denen die Versuche ausgeführt wurden, stelle ich die Resultate der ausführlichen Tabellen 17, 18 und 19 in der kleinen Tabelle 20 nach den Intensitäten des blauvioletten Lichtes geordnet zusammen. Unter diesen Versuchen lassen sich sofort zwei Gruppen unterscheiden, solche die bei schwachem und solche, die bei starkem Licht ausgeführt wurden. Die Grenze liegt ungefähr bei 80 mgr Kalomelausscheidung.

Bei hohen Lichtintensitäten ist die Alpenpflanze der Ebenenpflanze in der Assimilation durchwegs überlegen. Bei niedrigen Lichtintensitäten (unter 80 mgr Kalomel) ist bald die Ebenen-, bald die Alpenpflanze im Vorteil.

Tabelle 21, in welcher die Versuche nach der Temperatur geordnet sind, zeigt, dass bei schwachem Licht und einer Aussentemperatur unter 5° C die Alpenpflanze stärker assimiliert als die Ebenenpflanze. Eine Ausnahme bildet der bei schneebedecktem Boden ausgeführte Versuch 80. Ich werde diesen im Zusammenhange mit ähnlichen Versuchen später besprechen (siehe S. 109).

Dass die Aussentemperatur und nicht die Maximaltemperatur den Ausschlag gibt, deutet darauf hin, dass letztere von der Pflanze nicht empfunden wird.

Ist die Aussentemperatur höher als 5°, so assimiliert die Ebenenpflanze stärker als die Alpenpflanze. Die Versuche 63, 71, 76 und 332 machen hievon allerdings eine Ausnahme, indem die Alpenpflanze gleich stark oder stärker assimiliert als die Ebenenpflanze. Gerade in diesen Versuchen war aber das Licht relativ stark (63,8 bis 80 mgr Kalomel). Diese Versuche wurden also unter Übergangsbedingungen angestellt, unter denen bald die hohe Lichtintensität, bald die hohe Temperatur den Ausschlag gibt.

Ganz aus der Reihe fällt Versuch 352, der vor einem Gewitter ausgeführt wurde. Ich werde ihn später mit ähnlichen Versuchen besprechen (S. 113).

Die ausführlichen Tabellen (17, 18, 19) lassen folgendes erkennen: In Basel (Tabelle 17) mit seiner niedrigen Lichtintensität (Maximum 63,8 mgr Kalomel) und teilweise hohen Schattentemperaturen entscheidet die Temperatur, ob die Alpen- oder die Ebenenpflanze bei der CO_2-Assimilation im Vorteil ist: bei niedriger Temperatur (Nr. 158 und 159) ist die Alpenpflanze, bei hoher (Nr. 356, 252, 332) die Ebenenpflanze in der Photosynthese überlegen. In Samaden (Tabelle 18) und auf Muottas Muraigl (Tabelle 19) mit durchgehend niedriger Schattentemperatur entscheidet die Lichtintensität, ob Alpen- oder Ebenenpflanze im Vorteil ist.

Bei mittleren Bedingungen, wie sie in Basel realisiert waren, bewegen sich die Verhältniszahlen der Assimilationswerte in engen Grenzen (0,56—1,75). Unter den Extrembedingungen von Samaden und Muottas Muraigl mit sehr starkem Licht oder sehr niederer Temperatur schwanken sie zwischen 0,4 und 4.

Schneebedeckung des Bodens drückt die Verhältniszahl herab, indem bei hoher Lichtintensität die Assimilation der Alpenpflanze derjenigen der Ebenenpflanze nicht stark überlegen ist, bei niedriger Lichtintensität die Ebenenpflanze die Alpenpflanze übertrifft.

Im Anschluss an diese allgemeinen Folgerungen mache ich noch auf einige besonders interessante Versuche aufmerksam. Versuche 158 und 159 (Tabelle 17) wurden in Basel ausgeführt und zwar, da es im Freien viel zu kalt war, in einem Raum zu ebener Erde ungefähr zwei Meter von der offenen Tür entfernt. Das Licht war so schwach, dass keine Kalomelausscheidung stattfand. Nach den im Sommer gemachten Erfahrungen erwartete ich überhaupt keine Photosynthese. Das Gegenteil traf ein, die Assimilation, besonders der Alpenpflanze, war sehr stark.

Im Gegensatz dazu steht Versuch 338, wo bei schwachem Licht und einer Temperatur von 12—13° eine völlig gesunde Alpenpflanze überhaupt keine sichtbare Assimilation zeigte. Eine Parallele dazu bildet Versuch 68 (Tabelle 18), wo die Alpenpflanze ebenfalls bei 11—12° nur sehr schwach assimilierte.

Ist bei der Alpenpflanze die Assimilation auf 1 cm^3 berechnet kleiner als bei der Ebenenpflanze (Volumverhältnis < 1), so ist für die Durchleuchtung des Alpenblattes, das bei Anthyllis dicker ist, als bei der Ebenenpflanze (S. 46), nicht genügend Licht vorhanden.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass **Licht und Temperatur nicht als unabhängige Faktoren, sondern in ihrer Kombination die Werte zu Gunsten oder zu Ungunsten der Alpenpflanze bestimmen**, wobei starkes Licht und niedrige Temperatur für die Alpenpflanze, schwaches Licht und hohe Temperatur für die Ebenenpflanze vorteilhaft ist.

Vergleicht man in Tabelle 20 Versuch 62 mit 71, 158 und 159 mit 88, 63 mit 97 und 223, 68 mit 76 und 72, so ergibt sich die auch für die andern Spezies gefundene Tatsache, dass, je höher die Lichtintensität ist, desto höhere Temperaturen die Alpenpflanze ertragen kann, um in der CO_2-Assimilation der Ebenenpflanze überlegen zu sein.

Tabelle 20. Übersichtstabelle von Anthyllis Vulneraria.

Nr.	Witterungsverhältnisse	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Ausgeschiedene Menge Kalomel als Mass für blauviolett. Licht in mgr. in 1. Std.	Vorteil in der Assimilation hat Pflanze	Ort des Versuchs
158	Schwach diffuses Licht . . .	−0,5°	1°	0	A	Basel
159	Schwach diffuses Licht . . .	0,75°	2°	0	A	Basel
62	Stark bewölkt	10°	22°	13,3	E	Samaden
68	Regen	11°	12°	14,0	E	Samaden
90	Bedeckt	4°	6°	20,5	A	Muottas Muraigl
352	Bedeckt. Nachher Gewitter . .	21°	25°	24,5	A	Basel
74	Stark bewölkt	14°	23°	25,4	E	Samaden
338	Bedeckt	13°	13°	27,1	E	Basel
88	Regen	8°	12°	30,0	E	Muottas Muraigl
356	Regen	16°	19°	30,0	E	Basel
213	Bedeckt. Sonnenblicke	4,5°	11°	37,5	A	Muottas Muraigl
209	Bedeckt. Sonnenblicke . . .	3°	6,5°	45,0	A	Muottas Muraigl
252	Klarer blauer Himmel	12°	26°	63,4	E	Basel
332	Klarer blauer Himmel	19°	34°	63,8	E A	Basel
82	Blauer Himmel. Wolken . . .	3°	16°	67,0	A	Muottas Muraigl
63	Klarer blauer Himmel	8°	25°	73,6	A E	Samaden
76	Blauer Himmel. Wolken . . .	11°	26°	74,4	A E	Samaden
80	Blauer Himmel. *Schnee* . . .	4°	15°	78,8	E	Muottas Muraigl
71	Blauer Himmel. Wolken . . .	10,5°	28°	80,0	A	Samaden
231	Dunstiger Himmel. *Schnee* . .	1,5°	11°	98,0	A	Samaden
72	Klarer blauer Himmel	13°	34°	100,0	A	Samaden
85	Hellblauer, bewölkter Himmel .	6°	15°	105,0	A	Muottas Muraigl
203	Blauer Himmel	3,5°	22°	118,0	A	Muottas Muraigl
219	Klarer blauer Himmel	2°	23°	120,0	A	Muottas Muraigl
223	Klarer blauer Himmel	8,5°	25°	120,0	A	Samaden
91	Blauer Himmel	4,5°	19°	125,0	A	Muottas Muraigl
97	Klarer blauer Himmel	8°	27°	139,0	A	Muottas Muraigl
247	Blauer Himmel	1,5°	22°	158,0	A	Samaden
245	Klarer blauer Himmel	4,5°	26°	201,2	A	Samaden
233	Klarer blauer Himmel. *Schnee* .	−1°	31°	202,0	A	Samaden

Tabelle 21.

Anthyllis Vulneraria. Einfluss der Temperatur bei schwachem Licht.

Nr.	Schatten-temperatur in °C	Maximal-temperatur in °C	Vorteil in der Assimilation hat Pflanze	Besondere Bemerkungen	
158	-0,5°	1°	A		
159	0,75°	2°	A		
209	3°	6,5°	A		
82	3°	16°	A		
90	4°	6°	A		
80	4°	15°	E	Schneebedeckter Boden	
213	4,5°	11°	A		
					Ausgeschiedene Menge Kalomel
88	8°	12°	E		30,0
63	8°	25°	A E		*73,6*
62	10°	22°	E		13,3
71	10,5°	28°	A		*80,0*
68	11°	12°	E		14,0
76	11°	26°	A E		*74,4*
338	12°	13°	E		27,1
252	12°	26°	E		63,4
74	14°	23°	E		25,4
356	16°	19°	E		30,0
332	19°	34°	A E		*63,8*
352	21°	25°	A	Nachher Gewitter	24,5

β) Versuche mit Bellis perennis.

Tabellen 22, 23, 24, 25, 26.

Die Ergebnisse der ausführlichen Tabellen (22, 23, 24) fasse ich nach Lichtintensitäten geordnet in Tabelle 25 zusammen. Ihre Versuche lassen sich je nach den Lichtintensitäten in drei Gruppen teilen. Die erste Gruppe reicht bis zu einer Kalomelausscheidung von 25 mgr. In ihr ist mit Ausnahme der Versuche bei ganz niedriger Temperatur (hinter offener Tür ausgeführt, siehe S. 94) Nr. 154, 160, 157 und des Versuchs bei Sonnenuntergang Nr. 30 stets die Assimilation der Ebenenpflanze im Vorteil. Versuch 30 zeigt, dass trotz dem Mangel an kurzwelligen Strahlen die Assimilation der Alpenpflanze diejenige der Ebenenpflanze erheblich übertreffen kann.

Die zweite Gruppe umfasst Lichtintensitäten mit 25—80 mgr Kalomelausscheidung. In ihr macht sich die ungleiche Vorbehandlung der Pflanzen, zum Teil auch die ungleiche Grösse und Dicke

Tabelle 25. Übersichtstabelle von Bellis perennis.

Nr.	Witterungsverhältnisse	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Ausgeschiedene Menge Kalomel als Mass für blauviolett. Licht in mgr. in 1. Std.	Vorteil in der Assimilation hat Pflanze	Ort des Versuchs
154	Diffuses Licht	0°	0°	0	A	Basel
160	Diffuses Licht	2°	2,5°	0	A	Basel
157	Diffuses Licht	3°	4°	0	A	Basel
30	Diffuses Licht. Sonnenunterg.	9°	14°	0,8	A	Basel
23	Bedeckt	9°	9°	14,2	E	Basel
33	Bedeckt	6,5°	6,5°	15,0	E	Basel
28	Weissblauer Himmel	9°	11,5°	15,1	E	Basel
35	Bedeckt	5°	9°	15,9	E	Basel
47	Stark bewölkt	19,6°	26°	17,6	E	Basel
83	Schneefall	5°	6,5°	18,0	E	Muottas Muraigl
221	Leichter Regen	8,5°	11,5°	19,0	E	Samaden
24	Bedeckt. Sonnenblicke	7°	8,5°	20,0	E	Basel
21	Regen	7°	7°	22,4	E	Basel
59	Klarer blauer Himmel	18°	30°	27,1	A E	Basel (Kühlung)
26	Weissblauer Himmel	9°	12°	27,8	E	Basel
43	Blauer Himmel	18°	32°	31,5	E	Basel
58	Blauer Himmel	20°	26°	33,0	A	Basel (Kühlung)
40	Dunstiger Himmel	4,5°	14°	34,2	A	Basel
39	Bewölkt	10°	23°	36,5	A	Basel
37	Bewölkt. *Schneebedeckter Boden*	3°	5,5°	37,0	E	Basel
54	Weissdunstiger Himmel	17°	26°	37,6	A E	Basel
32	Bewölkt	11,5°	17°	37,7	A	Basel
42	Klarer blauer Himmel	13,5°	30°	40,0	A	Basel
34	Bewölkt, blauer Himmel	5,5°	15°	44,3	E	Basel
49	Klarer blauer Himmel	23°	35°	47,3	A E	Basel
208	Nebel, Sonnenblicke	4,5°	13°	48,8	A	Muottas Muraigl
52	Blauer Himmel	16°	22°	52,5	A E	Basel
45	Blauer Himmel	17°	37°	53,8	E	Basel
51	Bewölkter blauer Himmel	12,5°	25°	54,8	E A	Basel
38	Blauer Himmel. *Schnee am Boden*	8,5°	21°	58,7	E	Basel
31	Blauer Himmel	6°	21°	60,5	A	Basel
217	Witterungsumschlag	8,5°	12°	60,5	E	Muottas Muraigl
27	Bewölkter blauer Himmel	12°	16°	60,9	A	Basel
238	Etwas Regen	6,5°	10°	62,0	A	Samaden
48	Klarer blauer Himmel	19°	35°	64,3	A E	Basel
44	Klarer blauer Himmel	20,5°	30°	64,8	A	Basel
46	Blauer bewölkter Himmel	19,3°	32°	69,6	A	Basel
53	Klarer blauer Himmel	17°	40°	70,0	E	Basel
36	Blauer Himmel. *Schnee*	1,5°	18°	73,4	E	Basel

7

Nr.	Witterungsverhältnisse	Schattentemperatur in ⁰C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Ausgeschiedene Menge Kalomel als Mass für blauviolett. Licht in mgr. in 1. Std.	Vorteil in der Assimilation hat Pflanze	Ort des Versuchs
224	Bedeckt. Häufige Sonnenblicke .	11⁰	24⁰	87,0	A	Samaden
41	Klarer blauer Himmel	13⁰	35⁰	88,4	A	Basel
243	Blauer dunstiger Himmel . . .	7⁰	13,5⁰	103,0	A	Samaden
244	Bedeckter Himmel. Sonnenblicke	8⁰	17⁰	109,0	A	Samaden
202	Blauer Himmel. Nebel	6,5⁰	25⁰	122,0	A	Muottas Muraigl
225	Klarer blauer Himmel	6⁰	29⁰	124,5	A	Samaden
228	Blauer Himmel. Wolken . . .	3⁰	25⁰	133,0	A	Samaden
229	Witterungsumschlag	3⁰	15⁰	141,3	A	Samaden
232	Blauer Himmel. *Schnee*	2,5⁰	23⁰	148,5	A	Samaden
86	Klarer blauer Himmel	–1⁰	16⁰	151,0	A	Muottas Muraigl
212	Klarer blauer Himmel	–1⁰	24⁰	156,0	A	Muottas Muraigl
100	Klarer blauer Himmel	2⁰	20⁰	175,0	A	Muottas Muraigl
235	Klarer blauer Himmel	4⁰	28⁰	184,3	A	Samaden
251	Klarer blauer Himmel	2⁰	26⁰	201,2	A	Samaden
248	Klarer blauer Himmel	0,5⁰	24⁰	206,0	A	Samaden

der Blätter von Pflanzen gleicher Höhenlage (S. 47) deutlich geltend. Immerhin ist bei niederer Temperatur oder bei intensiverem Licht die Assimilation der Alpenpflanze im Vorsprung, während hohe Temperatur und schwaches Licht der Ebenenpflanze Vorteil bringen.

In den meisten Versuchen hat das Verhältnis der Assimilation der Alpen- und Ebenenpflanze denselben Sinn, gleichgiltig, ob die Assimilationswerte auf die Einheit der Fläche oder auf die Einheit des Volumens der Blätter berechnet sind. Auffallenderweise sind nun aber in einigen Versuchen die Alpenpflanzen bei Berechnung auf die Flächeneinheit der Ebenenpflanze gegenüber im Nachteil, bei Berechnung auf die Volumeinheit dagegen der Ebenenpflanze überlegen und zwar nicht nur unter geringen Abweichungen von 1 (wie in Versuch 48, wo 0,98 und 1,1), die innerhalb oder nahe der Fehlergrenze liegen, sondern mit erheblichen Abweichungen, z. B. Versuch 54 mit 0,54 und 2,07, also mit einer Gesamtamplitude von 1,53.

Bei Anthyllis, deren Alpenindividuen bei Berechnung auf die Volumeinheit gegenüber der Ebenenpflanzen im Nachteil waren, konnte dies auf die grosse Dicke des Alpenblattes zurückgeführt werden, da für die Durchleuchtung nicht genügend Licht zur Verfügung stand. Folgende Überlegungen müssen nun zeigen, ob ähnliches auch für Bellis gilt.

Im Abschnitt über den Chlorophyllgehalt habe ich gezeigt, dass derjenige von Bellis perennis mit der Höhe abnimmt. Für eine Pflanze von 1780 m beträgt er nur ca. $^7/_{12}$ von dem der Ebenenpflanze. Dieser Chlorophyllgehalt ist nahezu konstant, wenn man ihn auf das Frischgewicht bezieht. Wird nun je 1 cm^2 Blattfläche eines chlorophyllreichen Ebenenblattes gleichzeitig mit einem chlorophyllarmen Alpenblatt belichtet, so ist der Fall denkbar, dass das chlorophyllarme Alpenblatt nicht alles Licht absorbieren und für die CO_2-Assimilation verwerten kann, während die chlorophyllreiche Ebenenpflanze dies vermag. Voraussetzung für diesen Fall sind dicke Alpen- und dünne Ebenenblätter. Nach S. 47 kommt aber auch der umgekehrte Fall, dünne Alpen- und dicke Ebenenblätter, vor.

Um für Bellis einen allfälligen Einfluss der Blattdicke auf die CO_2-Assimilation festzustellen, habe ich für einige Alpen- und Ebenenpflanzen das Verhältnis von Volumen zur Fläche des Blattes (also die Blattdicke) in Tabelle 26 zusammengestellt.

Tabelle 26.

Dickenverhältnisse der Blätter von Bellis perennis.

Nr.	Volumen in cm^3		Oberfläche in cm^2		Verhältnis von Volumen zur Fläche		Unterschied der Dicke. – zu Gunsten von A
	A	E	A	E	A	E	
154	0,25	0,5	9,0	13,45	0,028	0,037	0,009
160	0,1	0,2	2,82	4,94	0,035	0,04	0,005
157	0,2	0,15	5,49	4,78	0,036	0,031	– 0,005
59	0,06	0,1	2,99	3,18	0,02	0,031	0,011
54	0,2	0,7	14,5	16,7	0,013	0,042	0,029
49	0,18	0,12	6,63	3,45	0,027	0,035	0,012
48	0,2	0,28	5,38	6,7	0,037	0,042	0,005

Wie aus den angeführten Zahlen (Tabelle 26) hervorgeht, sind gerade die Blätter der Alpenpflanzen in den Versuchen 59, 54 und 49 besonders dünn. Dazu kommt noch, dass in Versuch 54 die sehr dünnen Alpenblätter gleichzeitig mit sehr dicken Ebenenblättern untersucht wurden. Verteilt sich nun der allerdings um $^5/_{12}$ grössere Chlorophyllgehalt der Ebenenpflanze auf das mehr als drei mal so dicke Ebenenblatt, so treffen die Lichtstrahlen, auf das Volumen bezogen, weniger Chlorophyll an als in dem Alpenblatt, das seinen geringeren Gehalt an Farbstoff auf ein viel kleineres

Volumen verteilt. Hier tritt nun der umgekehrte Fall als bei Anthyllis ein. Für die Alpenpflanze ist zur Durchleuchtung des dünnen Blattes genügend Licht vorhanden, ebenso reicht das Chlorophyll in der dünnen Schicht aus, um die notwendigen Strahlen zu absorbieren, während für die Ebenenpflanze Lichtmangel herrscht.

Die Versuche der dritten Gruppe bei einer Lichtstärke von 87 und mehr mgr Kalomelausscheidung weisen überall Assimilationswerte zu Gunsten der Alpenpflanze auf.

In den ausführlichen Tabellen verdienen noch folgende Versuche besondere Erwähnung. In zwei Fällen (Versuch 47, Tabelle 22 und Versuch 221, Tabelle 23) versagt in schwachem Licht die Alpenpflanze bei der Assimilation vollständig. Dass dies der Einfluss der höheren Temperatur bei schwacher Lichtintensität ist, zeigen die Versuche 160, 157 und 154 (Tabelle 22), wo ebenfalls bei schwachem Licht, aber niederer Temperatur die Alpenpflanze viel stärker als die Ebenenpflanze assimilierte.

Das Gegenstück dazu bilden die hohen Verhältniszahlen (Alpenpflanze assimiliert viel mehr) in den Versuchen 235, 248 (Tabelle 23) und 100 (Tabelle 24). Sie sind bei sehr starkem Lichte ausgeführt. In Versuch 235 assimilierte die Ebenenpflanze überhaupt nicht; sie scheint durch das starke Licht geschädigt worden zu sein (vergl. S. 121 ff.).

Auf die hohen Winterwerte bei Alpen- und Ebenenpflanzen (Versuche 23, 35, 32, 31, 36 etc. Tabelle 22) habe ich schon in der Besprechung der allgemeinen Resultate (S. 87) aufmerksam gemacht.

γ) Versuche mit Primula farinosa.

Tabellen 27, 28, 29, 30.

Primula farinosa bietet prinzipiell nichts neues; ich kann mich daher kurz fassen. Die gekürzte Tabelle 30, in welcher die Versuche nach Lichtintensitäten angeordnet sind, lässt zwei Gruppen von Versuchen unterscheiden. Sobald die Kalomelausscheidung 40 mgr überschreitet, assimiliert die Alpenpflanze stets mehr als die Ebenenpflanze. Die Grenze, bei welcher die Alpenpflanze der Ebenenpflanze überlegen ist, liegt also viel tiefer, als bei Bellis und Anthyllis. Die Alpenindividuen von Primula farinosa zeigen somit ein viel geringeres Lichtbedürfnis, als die beiden vorgenannten Pflanzen.

In der ersten Gruppe — bei schwachem Licht — ist wieder die Temperatur für die Grösse des Verhältnisses Alpenpflanze zur Ebenenpflanze ausschlaggebend. So versagt bei einer Temperatur

von 18½ resp. 20° (Versuch 365) die Alpenpflanze, bei 1½ resp. 6½° (Versuch 79) die Ebenenpflanze bei der Assimilation vollständig. Übrigens ist es auffallend, wie viel höhere Temperaturen die Alpenexemplare von Primula farinosa gegenüber denjenigen von Bellis und Anthyllis bei schwachem Licht ertragen können,

Tabelle 30. Übersichtstabelle von Primula farinosa.

Nr.	Witterungsverhältnisse	Schattentemperatur in ° C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Ausgeschiedene Menge Kalomel als Mass für blauviolett. Licht in mgr. in 1. Std.	Vorteil in der Assimilation hat Pflanze	Ort des Versuchs
365	Bedeckt	18,5°	20°	0,0	E (A = O)	Basel
79	Nebel mit Sonnenblicken	1,5°	65,°	22,0	A (E = O)	Muottas Muraigl
77	Bedeckt	13°	23°	22,0	E	Samaden
360	Bedeckt	19,5°	21°	24,0	E A	Basel
75	Regen, Sonnenblicke	10°	19°	32,2	A	Samaden
207	Sehr stark bewölkt. Vor Gewitter	8°	14°	33,1	A	Muottas Muraigl
61	Blauer bewölkter Himmel	24°	35°	36,2	E	Basel
331	Schleier am blauen Himmel	19°	31°	36,3	A	Basel
64	Weisser dunstiger Himmel	15°	16°	44,4	A	Samaden
211	Sehr stark bewölkt	0°	4,5°	45,5	A	Muottas Muraigl
92	Sehr stark bewölkt	6°	12°	46,0	A	Muottas Muraigl
353	Bedeckt. Vor Gewitter	18,5°	30°	46,8	A	Basel
73	Stark bewölkt. Vor Gewitter	15°	23°	46,9	A	Samaden
241	Sehr stark bewölkt	4,5°	9°	52,0	A	Samaden
237	Stark bewölkt	9,5°	15°	53,8	A	Samaden
226	Sehr stark bewölkt	9,5°	14°	66,0	A	Samaden
339	Blauer Himmel, Wolken	17,5°	34°	70,7	A	Basel
330	Klarer blauer Himmel	19,5°	34°	72,3	A	Basel
78	Blauer bewölkter Himmel	12,5°	22°	73,4	A	Samaden
349	Klarer blauer Himmel	22,5°	46°	88,9	A	Basel
69	Blauer bewölkter Himmel	14°	28°	89,0	A	Samaden
70	Blauer bewölkter Himmel	8°	25°	93,0	A	Samaden
65	Blauer Himmel	8°	25°	100,0	A	Samaden
218	Klarer blauer Himmel. *Schnee*	– 4,5°	20°	115,6	A	Muottas Muraigl
84	Blauer bewölkter Himmel	3°	19°	125,5	A	Muottas Muraigl
98	Klarer blauer Himmel	8°	27°	139,0	A	Muottas Muraigl
201	Klarer blauer Himmel	6,5°	25°	147,0	A	Muottas Muraigl
87	Klarer blauer Himmel	2,5°	16°	150,0	A	Muottas Muraigl
249	Blauer, etwas dunstiger Himmel	2°	24°	168,8	A	Samaden
234	Klarer, blauer Himmel. *Schnee*	2°	27°	182,2	A	Samaden
242	Klarer blauer Himmel	4,5°	24°	188,1	A	Samaden
246	Klarer blauer Himmel	5,5°	27°	225,0	A	Samaden

um in der Assimilation der Ebenenpflanze doch noch überlegen zu sein.

Von Interesse sind die hohen Werte bei starkem Licht in Versuch 201, 87 (Tabelle 29) und 246 (Tabelle 28), ferner die hohen Verhältniszahlen bei sehr niedriger Temperatur in Versuch 211 und Versuch 79 (Tabelle 29).

Das geringe Lichtbedürfnis der alpinen Primula farinosa lässt sich wohl auf die geringe Dicke ihrer Blätter zurückführen. Hier sei noch an die auf S. 65 besprochene Tatsache erinnert, dass gerade Primula aus subalpiner Höhe den geringsten Chlorophyllgehalt aufweist, der nicht nur hinter demjenigen der Ebenen-, sondern auch hinter demjenigen der alpinen Exemplare zurücksteht. Bei dieser Pflanze spielt neben dem Chlorophyllgehalt gewiss die von *Lubimenko* (1908, Revue S. 296) festgestellte, in ihrem Wesen übrigens durchaus unbekannte Plasmaempfindlichkeit eine grosse Rolle, die bei der Assimilation vom Pigmentgehalt völlig unbhängig fungiert.

Den Einfluss von Schnee und Gewitter werde ich später (S. 109 ff. und 113 ff.) besprechen.

δ) Versuche mit Taraxacum officinale.

Tabellen 31, 32, 33, 34.

In der nach den Lichtintensitäten zusammengestellten Übersichtstabelle 34 lassen sich die Versuche in zwei Gruppen teilen, deren Grenze bei ca. 65 mgr Kalomelausscheidung liegt. Über diesem Wert ist die CO_2-Assimilation der Alpenpflanze derjenigen der Ebenenpflanze immer überlegen. Diese Intensitätsgrenze liegt also zwischen derjenigen von Anthyllis Vulneraria (80 mgr) und derjenigen von Primula farinosa (40 mgr).

In der ersten Gruppe — bei schwachem Licht — machen sich die individuellen Schwankungen der Blattdicke stark geltend. Doch beweisen auch diese Versuche, dass die Assimilation der Alpenpflanze durch starkes Licht und niedrige Temperatur, diejenige der Ebenenpflanze durch schwaches Licht und hohe Temperatur begünstigt wird.

Versuche, die gerade vor Sonnenuntergang ausgeführt werden, zeigen immer für die Alpenpflanze günstige Assimilationswerte. Die bei Kühlung erlangten grossen Verhältniswerte scheinen nicht durch Herabsetzung der Maximaltemperatur hervorgerufen zu sein. Ich glaube vielmehr, dass die Kühleinrichtung viel blauviolettes Licht absorbiert, und dass dies zu einem Missverhältnis zwischen der Kalomelausscheidung und der wirklich vorhandenen Lichtintensität führt. (Vergleiche S. 109 ff.)

Tabelle 34. Übersichtstabelle von Taraxacum officinale.

Nr.	Witterungsverhältnisse	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Ausgeschiedene Menge Kalomel als Mass für blauviolett. Licht in mgr. in 1. Std.	Vorteil in der Assimilation hat Pflanze	Ort des Versuchs
29	Bedeckt	1,5°	4°	<5,0	A	Basel
156	Diffuses Licht vom blauen Himmel *Schneebedeckter Boden*	2,5°	3,5°	0	E	Basel
155	do.	2,5°	4°	0	E	Basel
161	Diffuses Licht vom blauen Himmel	5,5°	7°	0	A	Basel
6	Gegen Sonnenuntergang	23°	34°	0,7	A	Basel
11	Stark bewölkt	7°	7°	<10,0	A	Basel
16	Nebel	6°	8°	<10,0	E	Basel
12	Nebel	9°	9°	<10,0	A	Basel
18	Regen	6,5°	6,5°	<15,0	E	Basel
19	Regen	12°	13°	<15,0	E	Basel
13	Bedeckt. Sonnenblicke	14°	19,5°	<15,0	E	Basel
50	Bedeckt	20°	23°	18,5	E	Basel
15	Bedeckt. Sonnenblicke	17°	20°	24,2	A	Basel
25	Gegen Sonnenuntergang	9°	21°	26,0	A	Basel
14	Bewölkt	15°	16°	28,7	A	Basel
57	Klarer blauer Himmel. Kühlung	21°	26°	30,3	=	Basel
17	Klarer blauer Himmel	3,5°	5°	37,8	A	Basel
10	Nebel, wenig Sonne	8°	14°	38,8	A	Basel
20	Stark bewölkt	6°	12°	39,9	E	Basel
55	Blauer Himmel	19°	35°	40,5	A	Basel
222	Dunstiger Himmel	8°	17°	45,0	A	Samaden
60	Blauer Himmel. Kühlung	24°	35°	47,1	A	Basel
56	Klarer blauer Himmel	19,5°	38°	52,0	E	Basel
216	Stark bewölkt. Vor Gewitter.	3–4°	9°	61,0	A	Muottas Muraigl
81	Hellblauer Himmel. *Schnee*	4–5°	16°	62,0	E	Muottas Muraigl
22	Klarer blauer Himmel	7°	11°	63,0	A	Basel
66	Blauer, wenig bewölkter Himmel	8°	25°	69,0	A	Samaden
239	Himmel überzogen	6,5°	14°	77,4	A	Samaden
206	Stark bewölkt	8°	22°	79,5	A	Muottas Muraigl
220	Blauer dunstiger Himmel	2°	17°	82,3	A	Muottas Muraigl
227	Weisse Wolken am blauen Himmel	2°	22°	99,7	A	Samaden
230	Himmel mit weissem Dunst	0°	5°	108,0	A	Samaden
9	Klarer blauer Himmel	22°	30°	114,5	A	Basel
67	Klarer blauer Himmel	12°	27°	125,0	A	Samaden
89	Bewölkt, doch hell	6°	22°	135,0	A	Muottas Muraigl
99	Klarer blauer Himmel	3°	27°	140,0	A	Muottas Muraigl
210	Klarer blauer Himmel. *Schnee*	0°	18°	142,8	A	Muottas Muraigl
8	Klarer blauer Himmel	19°	36°	151,7	A	Basel
236	Hellblauer, dunstiger Himmel	8,5°	22°	158,5	A	Samaden
250	Klarer blauer Himmel	2°	26°	189,0	A	Samaden
240	Klarer blauer Himmel. *Schnee*	–1°	21°	255,0	A	Samaden

Aus einem Vergleich der Versuche 10, 11, 12, 14, die in den ersten kalten Tagen ausgeführt wurden, mit den Versuchen 16, 18, 20 (Tabelle 31) geht hervor, dass bei gleich schwacher Lichtintensität die Temperatur, bei welcher die Alpenpflanze in der CO_2-Assimilation im Vorteil ist, zu Beginn des Winters höher sein kann, als später im Laufe des Winters.

Daneben finden sich in Tabelle 31 einige hohe Verhältniszahlen, die ich mir nicht erklären kann (Versuch 55). Doch ist auch in diesem Fall der Koeffizient $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$ nicht ausnehmend hoch, sodass selbst bei extremen Assimilations- und Atmungsgrössen derselben Spezies die Korrelation zwischen Atmung und Assimilation zu bestehen scheint. (Siehe S. 90).

2. Lage der Minimal- und Maximaltemperatur der Assimilation bei der Alpenpflanze.

Die Versuche bei sehr niedriger Temperatur und schwachem Licht zeigen deutlich, dass das Temperaturminimum für die Assimilation der Alpenpflanze viel tiefer liegt, als dasjenige der Ebenenpflanze. Für die Atmung scheint dies, nach einigen in dieser Richtung angestellten Versuchen zu urteilen, viel weniger zuzutreffen. Es liegt hier ein ähnlicher Fall vor, wie ihn *Kniep* (1915 S. 31) für Fucus serratus festgestellt hat, wo bei 0° die Kohlensäure-Assimilation recht gross, die Atmung hingegen sehr gering war. Die Alpenflora ist somit eine Kälteflora, was, allerdings auf Grund anderer Erwägungen, schon *Schröter* (1904 S. 650 ff.) und *Senn* (1907, 1. Teil S. 49) hervorgehoben haben. Da sie aber andererseits sehr hohe Temperaturen aushält, so muss sie der Ebenenflora gegenüber als eurytherm bezeichnet werden.

3. Theoretisch mögliche Assimilationskurve für Alpen- und Ebenenpflanzen.

Trotz den in meinen Versuchen hervortretenden Schwankungen der Assimilationsgrösse geht aus den Tabellen 17—35 hervor, dass die volle Strahlungsintensität der Sonne nicht nötig ist, damit die Pflanze die höchsten Assimilationswerte erreiche. Von der schwächsten Lichtintensität an steigt die CO_2-Assimilation bei Alpen- und Ebenenpflanze sehr rasch bis zu einer bestimmten Intensität, nach deren Erreichung sie konstant bleibt. Diese Intensität liegt für die untersuchten Pflanzen verschieden hoch, immer aber für die

Alpenpflanze bedeutend höher als für die entsprechende Ebenenpflanze. Dieses Resultat stimmt durchaus mit den neueren Literaturangaben (*Reinke* 1883, 1884; *Timiriazeff* 1889 S. 379—82; 1903 S. 451—52; *Brown* und *Escombe* 1905 S. 55; *Lubimenko* 1905 S. 391—401; *Pantanelli* 1904 S. 179).

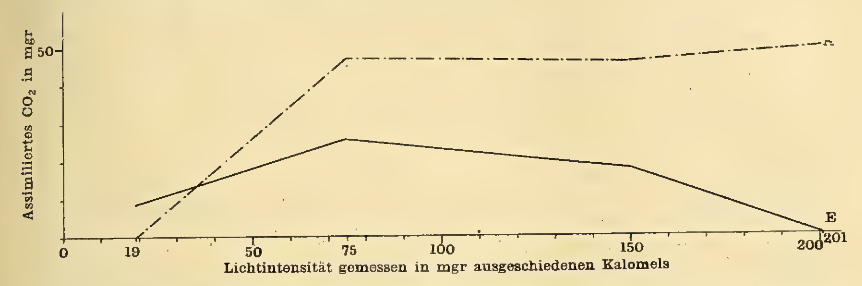


Fig. 3. Bellis perennis. Abhängigkeit der Assimilation von der Lichtintensität. Nach Tabelle 23. Die Extremversuche sind als solche eingezeichnet. Für die übrigen Lichtintensitäten sind die Mittelwerte aus den vorhandenen Versuchen (mit Ausnahme der Schneelicht- und Gewitterversuche) berechnet.

Zum Beweise des Gesagten dienen die Kurven 3—7, in welchen auf der Ordinatenaxe die Menge des assimilierten CO_2 in mgr und auf der Abszissenaxe die Lichtintensitäten in mgr Kalomel aufgetragen sind. Besonders klar liegen die Verhältnisse für Bellis perennis in Kurve 3. Das Lichtminimum der Photosynthese für die Ebenenpflanze ist nicht erreicht; von der schwächsten Lichtintensität an steigt die Assimilation der Ebenenpflanze bis Intensität 75, hierauf beginnt die Kurve langsam gegen die Abszisse zu fallen, von Lichtintensität 150 an fällt sie sehr schnell und erreicht die Abszissenaxe bei Lichtintensität 201. Die Kurve der Alpenpflanze beginnt auf der Abszissenaxe (deutliches Lichtminimum in botanischem Sinne), steigt dann rasch bis Lichtintensität 75, dort biegt sie scharf um und geht bei steigender Lichtintensität der Abszisse fast parallel.

Die Kurve ist bei Anthyllis komplizierter (Kurven 4 und 5), indem zweimal ein scharfes Umbiegen zu bemerken ist. Es entstehen dadurch zwei Maximalwerte und ein Minimalwert. Der erste Maximalwert liegt bei sehr schwachem, der zweite bei mittelstarkem Licht. Kurve 4 ist nach den in Basel, Kurve 5 nach den in Samaden erhaltenen Assimilationswerten konstruiert. In Kurve 4 finden sich die höchsten Assimilationswerte bei sehr schwachem Licht und sehr niedriger Temperatur (vergl. Tabelle 17). Der Minimalwert für Alpen- und Ebenenpflanzen liegt bei Lichtintensität 27, ist aber für die Ebenenpflanze bedeutend höher als

für die Alpenpflanze. Von dieser Intensität an steigen die Assimilationswerte für beide Pflanzen, doch erreichen die Werte der Alpenpflanze diejenigen der Ebenenpflanzen nie. Der höchste Wert bei Lichtintensität 0 ist auf diese und die niedrige Temperatur zurückzuführen; beide Faktoren bedingen ein geringes Trockengewicht, da sie die Ableitung der Assimilate begünstigen, während das geringe Trockengewicht seinerseits starke Assimilation erlaubt (vergl. S. 74 und 88).

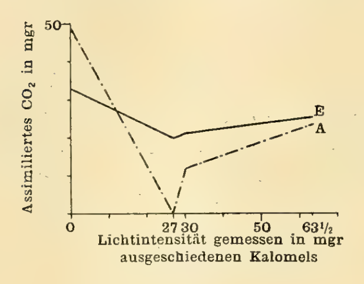


Fig. 4. Anthyllis Vulneraria. Abhängigkeit der Assimilation von der Lichtintensität nach Tabelle 17. Hohe Werte bei sehr schwacher Lichtintensität durch das geringe Trockengewicht bedingt.

Noch deutlicher zeigt sich dieser erste Maximalwert bei Primula in den Kurven 6 und 7 der Alpenpflanzen und in der Kurve 6 der Ebenenpflanze. Für letztere kommt in Kurve 7 der theoretisch erwartete hohe Assimilationswert bei sehr schwacher Lichtintensität nicht zustande, weil die allzu niedrige Temperatur sich schon dem Temperaturminimum der Assimilation der Ebenenpflanze nähert.

Der zweite Teil der Kurven 4, 6 und 7, sowie die Kurve 5 sind nach den Bemerkungen über die Assimilation der einzelnen Pflanzen durchaus verständlich (vergl. S. 93—104), indem vom Minimalwert weg die Assimilation von Alpen- und Ebenenpflanzen zunächst steigt. Bei Anthyllis biegt die Kurve von Alpen- und Ebenenpflanze bei Lichtintensität 120 um (Kurve 5), ohne dass

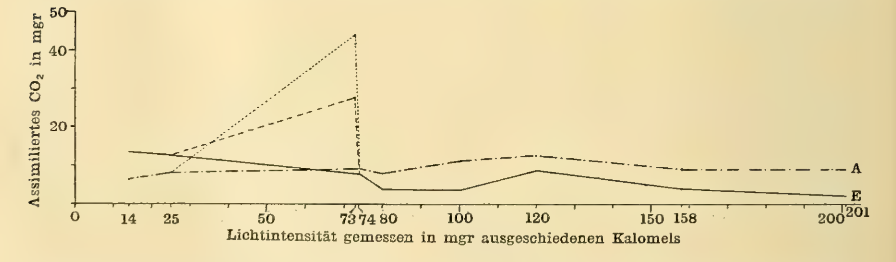


Fig. 5. Anthyllis Vulneraria nach Tab. 18. Abhängigkeit der CO_2-Assimilation vom Licht. Versuch Lichtintensität 73 fällt aus der Kurve. Versuche bei Schnee nicht berücksichtigt.

die Ebenenpflanze den Assimilationswert der Alpenpflanze im zweiten Teil der Kurve erreicht hat. Die Kurve der Alpenpflanze weist geringe Schwankungen auf, geht aber im Grossen und Ganzen der Abszisse parallel; die Kurve der Ebenenpflanze fällt sehr langsam, aber immerhin deutlich gegen die Abszisse.

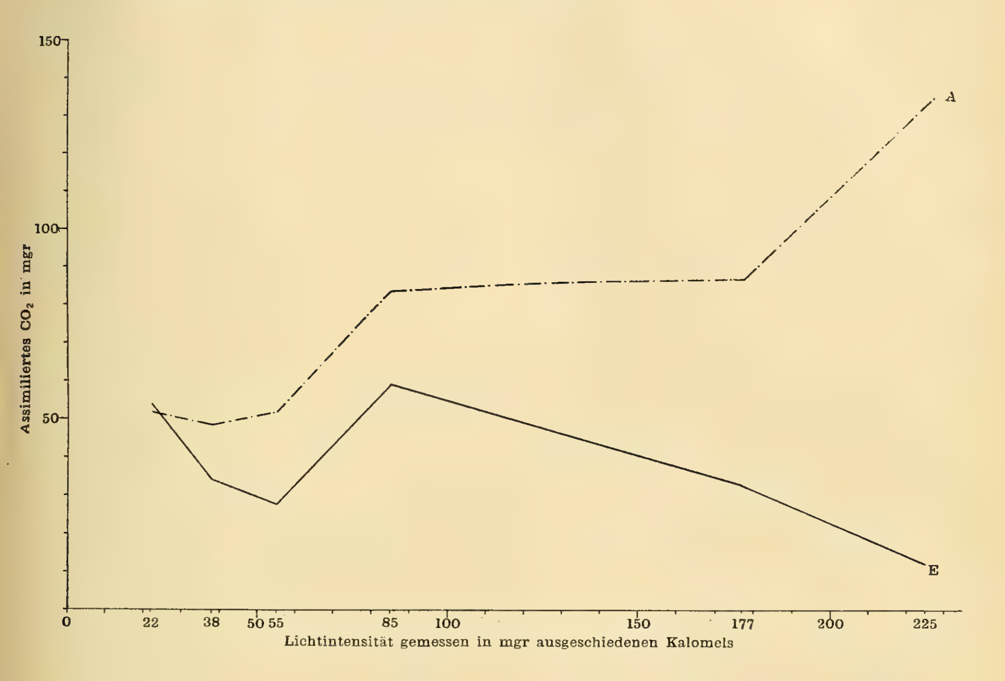


Fig. 6. Primula farinosa. Abhängigkeit der Assimilation von der Lichtintensität nach Tabelle 28. Extremversuche als solche eingezeichnet. Die Werte für die mittleren Lichtintensitäten sind Mittelwerte aus zwei oder drei entsprechenden Versuchen. Die hohen Werte bei niederer Lichtintensität durch die gute Ableitung resp. geringes Trockengewicht bedingt.

Für die Alpenpflanze von Primula (Kurve 6 und 7) ist eine Abflachung der Kurve bei den dargestellten Lichtintensitäten nicht zu bemerken; allerdings liegen auch wenig Versuche bei hohen Lichtintensitäten vor. Die Kurve der Ebenenpflanze von Primula (6 und 7) steigt vom Minimalwert ziemlich steil bis zur Erreichung des Maximalwertes und fällt von diesem rasch gegen die Abszisse.

Die Abnahme der Kohlensäure-Assimilation der Ebenenpflanze im starken Licht stimmt mit den von *Pantanelli* (1904 S. 180—189) für Wasserpflanzen und von *Lubimenko* (1908 Revue S. 176) für chlorophyllreiche Landpflanzen festgestellten Tatsachen.

Lichtminimum und -Maximum (im botanischen Sinn) liegen also unter gewöhnlichen Verhältnissen bei der Alpenpflanze bedeutend höher als bei der Ebenenpflanze.[2])

Dass die zweite Senkung der Assimilations-Kurve bei steigender Lichtintensität nur eine sekundäre Erscheinung ist, haben die Untersuchungen von *Blackman* und *Matthaei* (1905), *Blackman* und *Smith* (1911 S. 389 ff.), sowie auch von *Pantanelli* (1904 S. 192 ff.) bewiesen. Sie ist in der Natur durch die zu niedrige Temperatur oder den geringen CO_2-Gehalt der Luft bedingt. Temperatur oder Kohlensäuregehalt wirken also als hindernde Faktoren.

4. Hindernde Faktoren in den einzelnen Versuchen.

Es muss nun festgestellt werden, welche äusseren Faktoren in meinen Versuchen hindernd wirkten. In den Alpen spielt hauptsächlich der geringe CO_2-Gehalt eine Rolle, worauf schon *Wagner* (1892) hingewiesen hat. Bei meinen Versuchen wurde jedoch so viel Luft durchgeleitet, dass die Pflanzen keinen Mangel litten. Ausserdem kann die Assimilation der Ebenenpflanze in den Alpen durch die niedrige Lufttemperatur herabgesetzt werden. Versuche Nr. 90 und 209 Tabelle 19, Nr. 79 und 201 Tabelle 29 scheinen so erklärt werden zu können. Dieser Fall tritt etwa auch in der Ebene ein, hauptsächlich im Herbst und Winter (vergl. Nr. 17 161, 29, 11, 12, Tabelle 31; Nr. 154, 160, 157, Tabelle 22).

In der Ebene werden die Alpenpflanzen hauptsächlich durch die geringe Lichtintensität bei gleichzeitig hoher Temperatur in ihrer Kohlensäure-Assimilation gehemmt. Mit ihrem geringen Chlorophyllgehalt können sie das schwache Ebenenlicht offenbar nicht voll ausnützen.

Nach *Blackman* (1905) tritt nach länger andauerndem Versuch eine Abnahme der Kohlensäure-Assimilation abgeschnittener Blätter ein (Zeitfaktor), die wohl hauptsächlich durch die Inaktivierung der Chloroplasten durch Stärkeanhäufung und Insolation bedingt ist (*Ewart* 1896 S. 429—46). Die Dauer des Versuchs kommt bei meiner 1—2stündigen Exposition wenig in Betracht, vielleicht nur in Versuch 61 Tabelle 27, wo bei hoher Temperatur und einer mehr als 3stündigen Versuchsdauer die Kohlensäure-Assimilation von Primula farinosa sehr schwach ist.

Bei meinem ungleich vorbehandelten Versuchsmaterial ist es mir nicht möglich, zu der viel umstrittenen theoretischen Kurve

---

[2]) Nach *Willstätter* und *Stoll* (1918 S. 149 ff.) zeigen gelbe und grüne Varietäten einer Spezies eine ähnliche Abhängigkeit der Assimilation vom Licht wie meine Alpen- und Ebenenindividuen.

der Abhängigkeit der Kohlensäure-Assimilation von der Temperatur (*Blackman* Annals 1905 S. 284; *Jost* 1906 S. 225—244; *Kanitz* 1915 S. 16—26, dort auch weitere Literatur) Stellung zu nehmen.

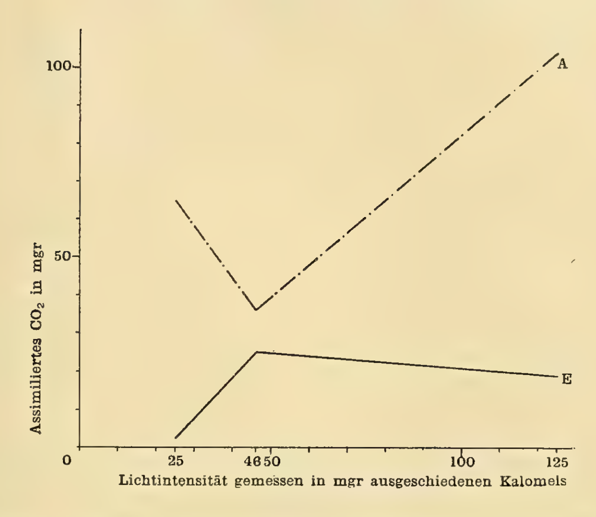


Fig. 7. Primula farinosa.. Abhängigkeit der Assimilation von der Lichtintensität. Die hohen Werte der Alpenpflanze bei schwachem Licht durch ganz niedrige Temperatur und sehr geringes Trockengewicht bedingt, für die Ebenenpflanze Temperatur zu niedrig. Nach Tabelle 29 mit Ausnahme der Schnee- und Gewitterversuche. Wert bei Lichtintensität 46 als solcher eingezeichnet, für die übrigen Versuche die Mittelwerte berechnet.

5. Die Wirksamkeit der verschiedenen Spektralbezirke.

a) Versuche bei Schneebedeckung des Bodens.

(Tabelle 18: Versuch 231 und 233. Tabelle 19: Versuch 80. Tabelle 22: Versuche 34, 36, 37 und 38. Tabelle 23: Versuch 232. Tabelle 28: Versuch 70 und 234. Tabelle 29: Versuch 218. Tabelle 31: Versuch 156 und 155. Tabelle 32: Versuch 240. Tabelle 33: Versuch 81.)

Die Versuche bei schneebedecktem Boden weichen von den allgemeinen Resultaten so stark ab, dass ich sie besonders behandeln muss. Trotz hoher Lichtintensität assimiliert die Alpenpflanze nur wenig stärker als die Ebenenpflanze, sobald der Boden mit Schnee bedeckt ist. Bei niedrigen Lichtintensitäten, in welcher nach der Temperatur zu urteilen die Alpenpflanze der Ebenenpflanze unbedingt überlegen sein sollte, ist die Ebenenpflanze im Vorteil.

Wie sind diese auffallenden Resultate zu erklären? Dass sie nicht durch die Temperatur verursacht werden, beweisen die Versuche 155 und 156 Tabelle 31, in denen trotz minimaler Temperatur die Alpenpflanze im Nachteil ist.

Nun macht *Dorno* (1911) auf verschiedene Abweichungen aufmerksam, welche die Gesamtstrahlung durch reflektiertes Schneelicht erleidet. Ich führe seine Angaben hier an, obschon zwischen dem von ihm und von mir beobachteten Schneelicht gewisse Unterschiede bestehen. *Dorno* untersuchte Schneelicht, das von den umliegenden Bergen reflektiert wurde. Diese Reflexion bestand bei meinen Versuchen in den Alpen, hauptsächlich auf Muottas Muraigl, immer, da mein Versuchsplatz von drei Seiten von Schneebergen umgeben war. Die durch sie bewirkte Reflexion scheint auf meine Versuchsresultate keinen Einfluss gehabt zu haben. Einen solchen konnte ich jedoch konstatieren, wenn die direkte Umgebung, der Boden und der Tisch, worauf die Apparate standen, mit Schnee bedeckt waren.

In dem vom Schnee der umliegenden Berge reflektierten Licht stellt *Dorno* eine starke Zunahme des blauvioletten Spektralteils fest (1911 S. 61, Tab. 43). Daneben kommen bei klarem blauem Himmel die roten und grünen Strahlen des diffusen Lichtes trotz ihrer Vermehrung im Gesamtlicht kaum in Betracht. Es treten also zum Gesamtlicht, das aus Sonnenstrahlung + diffusem vom Himmel reflektiertem Licht besteht, noch die vom Schnee reflektierten Strahlen hinzu, die fast ausschliesslich dem blauvioletten Spektralbezirk angehören.

Daher erhielt ich die hohen Kalomelwerte. Werden sonst solche Kalomelwerte ohne Schnee erreicht, so entspricht ihnen ein höherer Gehalt des Lichts an roten Strahlen. Für das Schneelicht trifft das jedoch nicht zu. In Bezug auf rotes Licht gehören darum die Versuche bei schneebedecktem Boden an eine viel tiefere Stelle der Reihe, als sie auf Grund der Kalomelwerte stehen.

Wie weit sich die Lichtverhältnisse noch ändern, wenn die Versuche, wie das bei mir der Fall war, direkt über Schnee ausgeführt werden, weiss ich nicht, da mir hierüber Literaturangaben nicht bekannt sind. Die Möglichkeit, dass die roten Strahlen noch mehr als in *Dorno*'s Messungen zurücktreten, ist nicht ausgeschlossen.

Dafür spricht vor allem der von mir konstatierte hohe Chlorophyllgehalt derjenigen Pflanzen, die normalerweise in der Umgebung von Schnee wachsen (siehe S. 63—66) wie z. B. Eranthis hiemalis, die in anatomischer Beziehung (Palissaden) im Sinne *Stahl*'s (1883 S. 167—172) und *Haberlandt*'s (1909 S. 268 ff.) ein Sonnen-

blatt besitzt, dessen Struktur nach *Stahl* durch hohe Lichtintensitäten bewirkt wird. Da allgemein nur die blauvioletten Strahlen die Palissadenbildung bewirken (*Pfeffer* 1904 S. 117, dort weitere Literatur), liegt somit die auffallende Tatsache vor, dass Eranthis in bezug auf Chlorophyllgehalt eine Schattenpflanze (durch den Mangel an roten Strahlen des Schneelichts bedingt), in bezug auf den anatomischen Bau dagegen, infolge der hohen Intensität der blauen Strahlen des Schneelichts, eine Sonnenpflanze ist.

Alle diese Ausführungen sollten natürlich durch quantitative Intensitätsmessungen der verschiedenen Spektralgebiete gestützt werden.

β) Versuche vor Sonnenuntergang.

In den Versuchen, die gegen Sonnenuntergang ausgeführt wurden, also bei geringer Intensität blauvioletten Lichtes, assimiliert die Alpenpflanze bedeutend stärker als die Ebenenpflanze (vergleiche Versuch 30, Tabelle 22; Versuch 6, 15, 25, Tabelle 31). Diese Überlegenheit der Alpenpflanze kann nur durch den Einfluss der roten Strahlen bedingt sein, die bei dem tiefen Sonnenstande den Hauptanteil am diffusen Licht haben. Dass die roten Strahlen bei der Kohlensäure-Assimilation besonders wirksam sind, ist längst bekannt; warum sie aber bei Sonnenuntergang von der Alpenpflanze, nicht jedoch von der Ebenenpflanze verwertet werden können, ist sehr auffallend. Vielleicht können die Ebenenpflanzen die blauen Strahlen des diffusen Himmelslichtes besser verwerten, was mit *Stahl*'s (1909 S. 32—35) Auffassung, die allerdings von *Iwanowski* (1914 S. 443—46) angefochten worden ist, stimmen würde. Die Alpenpflanzen wären dagegen viel mehr auf das an roten Strahlen reiche, direkte Sonnenlicht angepasst, dessen Wirkung sich bei ihnen auch durch starkes diffuses, an blauen Strahlen reiches Licht nicht ersetzen lässt. Aus den bei Schneebedeckung und kurz vor Sonnenuntergang angestellten Versuchen muss also gefolgert werden, dass Alpen- und Ebenenpflanzen die verschiedenen Spektralpartien in verschiedenem Masse zur CO_2-Assimilation verwerten.

γ) Theoretisches über die Wirkung der verschiedenen Spektralbezirke.

Dass die assimilatorische Wirkung der roten Strahlen bei der Alpenpflanze durch die blauvioletten Strahlen nicht ersetzt werden kann, scheint zunächst durchaus im Widerspruch mit den Befunden von *Kniep* und *Minder* (1909) zu stehen, nach welchen die blauen Strahlen bei gleicher Intensität wie die roten annähernd gleiche

photosynthetische Wirkung haben.[3]) Nun ist aber die Intensität des von *Kniep* und *Minder* verwendeten Lichtes recht schwach; diese Forscher machen übrigens selbst darauf aufmerksam, dass höhere Intensitäten vielleicht zu andern Resultaten führen könnten (S. 649). Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, dass bei der von *Kniep* und *Minder* verwendeten thermoelektrischen Intensitätsbestimmung das in den Alpen gewöhnlich herrschende rote Licht sich als stärker erweisen würde als das blauviolette Schneelicht, während letzteres auf Grund meiner Kalomelbestimmung als stark bezeichnet werden muss.

Es wäre ja noch eine andere Erklärung für das ungleiche Verhalten der Alpen- und Ebenenindividuen den verschiedenen Wellenlängen gegenüber denkbar. Infolge der Verschiedenheit ihrer Blattdicke und des ungleichen Chlorophyllgehaltes (siehe S. 45 ff. und 55 ff. und 62 ff.) absorbieren Alpen- und Ebenenpflanzen ungleich viel Licht. Es wäre nun möglich, dass diejenige Pflanze, welche mehr Licht absorbiert, allzuviel blauviolettes Licht durch Plasmaabsorption aufnähme (*Pfeffer* 1904, S. 319) und dadurch allgemein geschädigt würde. [Ich unterscheide also scharf zwischen Schädigung des Plasmas durch stark brechbare, und Schädigung des Chlorophylls durch schwach brechbare Strahlen.] Doch ist anzunehmen, dass das ungeschwächte Licht auf eine grosse Blattfläche (wie sie vorwiegend bei Ebenenpflanzen vorkommt) früher schädigend wirke als auf kleine, aber dicke Blätter der Alpenpflanzen, in deren Innerem es schon stark geschwächt ist. Überdies besteht bei dicken Alpenblättern zwischen der Absorption durch Plasma und Chlorophyll eine gewisse Kompensation gegenüber der Ebenenpflanze, indem z. B. bei Anthyllis das Alpenblatt im Maximum 2 mal so dick ist als das Ebenenblatt, sein Chlorophyllgehalt aber nur halb so gross ist als derjenige des Ebenenindividuums.

Ausserdem sprechen gegen die Möglichkeit der Schädigung des Chlorophylls durch starkes blauviolettes Licht die Versuche, die bei sehr starkem Licht ohne Schneebedeckung des Bodens ausgeführt wurden, sowie meine bei 2456 Metern Höhe im Freien

[3]) Nach Ursprungs Arbeit (1918), die erst nach Abschluss meiner Untersuchungen erschien, existiert kein zweites Maximum der CO_2-Assimilation im kurzwelligen Spektralteil. Der Autor vermutet — allerdings nur auf Grund von Bestimmungen der Stärkebildung —, dass dieses zweite Maximum nur bei spaltöffnungsfreien Pflanzen zur Geltung komme, da er an Blättern im blauen Licht sehr enge Stomata konstatieren konnte, die einen CO_2-Mangel verursachen möchten. Sollte sich dieses Resultat auch durch Bestimmung der CO_2-Aufnahme bestätigen lassen, so wären meine Schneelichtversuche leichter verständlich, um so mehr, als ich an Alpenpflanzen bei Schneelicht fast völligen Schluss der Spaltöffnungen beobachtet habe.

stehende Kultur von Alpen- und Ebenenpflanzen, unter denen nie eine Schädigung der Alpenpflanzen, wohl aber gelegentlich das Absterben von Ebenenpflanzen zu beobachten war.

Immerhin lassen gerade diese letzten Beobachtungen noch eine andere, viel befriedigendere Deutung der Wirkung des blauvioletten Lichtes zu: Das starke blauviolette Licht würde nur bei Mangel an roten Strahlen schädlich wirken. Die gleichzeitige Gegenwart der langwelligen Strahlen könnte dagegen die ungünstige Wirkung der stark brechbaren Strahlen auf die Alpenpflanze aufheben, sodass, wie in der Lösung von Salzgemischen die schädliche Wirkung einzelner Salze nicht zur Geltung kommt, auch das gemischte weisse Licht, trotz hoher Intensität, weniger schädlich wäre als seine einzeln wirkenden Komponenten (vergl. den Abschnitt über die Deutung der Versuche bei sehr starkem Licht S. 121 und *Pfeffer* 1904 S. 121).

6. Versuche vor Gewittern.

(Versuche Nr. 352, Tabelle 17; 73, Tabelle 28; 207, Tabelle 29; 216, Tabelle 33; 353, Tabelle 27. Event. sind noch 395 und 391, Tabelle 35 beizuziehen).

Wie die bei Schneelicht ausgeführten, so fallen auch die vor Gewittern angestellten Versuche stets aus der Reihe der übrigen heraus, allerdings in gerade entgegengesetztem Sinne als die Schneelichtversuche. Trotz schwachem Licht ist vor einem Gewitter die Kohlensäure-Assimilation der Alpenpflanze (meist auch die Atmung) immer, und zwar meist viel stärker als diejenige der Ebenenpflanze (Verhältniszahlen der Assimilation bis 6,76).

Oft, aber durchaus nicht immer, wies die Luft bei den Gewitterversuchen einen sehr hohen CO_2-Gehalt auf. Dieser bewirkt ja, wie ich schon hervorgehoben habe (S. 90), für Alpen- und Ebenenpflanzen hohe Assimilationswerte. Doch kann der hohe CO_2-Gehalt die Assimilationssteigerung der Alpenpflanzen nicht allein verursacht haben, da ja auch der Ebenenpflanze die gleiche CO_2-Menge zur Verfügung stand.

Von verschiedenen Forschern (*Thouvenin* 1896; *Koltonski* 1908; *Pollacci* 1904—1908) ist der Einfluss der elektrischen Ströme auf die CO_2-Assimilation der Pflanze untersucht worden. Angaben über den Einfluss der Leitfähigkeit der Atmosphäre auf die Photosynthese, die vor einem Gewitter grösser ist als sonst, fehlen vollständig. Da mir die Arbeiten *Pollacci*'s leider nicht zugänglich waren, kenne ich seine Resultate nur nach den Referaten in Just's Jahresbericht 1905 und 1907.

Alle Forscher finden, dass schwache elektrische Ströme bei kurzer Einwirkung die Assimilationstätigkeit erhöhen. Ein Optimum des elektrischen Stromes für eine bestimmte Pflanzenspezies gibt es aber nicht, vielmehr variiert die zuträgliche Stromstärke von Individuum zu Individuum. Nun erhielt aber *Pollacci* das merkwürdige Resultat (1905 S. 94—98 und Just 1907 Bd. 1 S. 759), dass elektrisierte Blätter bei einer so schwachen Lichtintensität Stärke zu bilden vermochten, bei welcher nicht elektrisierte Blätter noch nicht assimilieren. Schwache elektrische Ströme vermögen zwar das Licht nicht ganz zu ersetzen, aber seine Wirkung bei niedriger Intensität zu verstärken.

Könnte diese Beobachtung nicht mit meinen Resultaten in Beziehung gebracht werden? Da ja, wie die genannten Forscher gezeigt haben, die Wirkung eines bestimmten elektrischen Stromes auf Pflanzenindividuen desselben Standortes verschieden stark ist, wie viel mehr könnten sich Unterschiede bei Pflanzen aus verschiedenen Höhenlagen geltend machen, in meinen Versuchen also in dem Sinne, dass elektrische Ströme die CO_2-Assimilation der Alpenpflanzen förderten, diejenige der Ebenenpflanze dagegen nicht wesentlich beeinflussten. Auf Grund der Angaben von *Stoppel* (1916), dass die starke Leitfähigkeit der Atmosphäre (S. 664 und 673) sowie Potentialdifferenzen (S. 669) verschiedene Funktionen der Pflanzen steigern, halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass der Alpenpflanze der Ausgleich der Potentialdifferenzen zwischen Erde und Atmosphäre oder die erhöhte Leitfähigkeit der Luft, als Energiequelle dienen kann. In den Alpen ist (*Dorno* 1911 S. 87) die Leitfähigkeit und ihre täglichen Schwankungen sehr viel grösser als in der Ebene; die absoluten Werte des Potentialgefälles verhalten sich gerade umgekehrt (*Dorno* 1911 S. 72—79). Doch sind die Schwankungen des Potentialgefälles im Jahreslauf viel grösser als in der Ebene. Vor Schneefall ist das Potentialgefälle gering, bei Schneebedeckung des Bodens steigt es gewaltig. Da nun gerade bei Schneebedeckung des Bodens, also bei grossem Potentialgefälle, die Assimilation der Alpenpflanze ungünstig beeinflusst wird, so ist bei den Gewitterversuchen wohl eher an die Leitfähigkeit als beeinflussenden Faktor zu denken. Es ist möglich, dass die Alpenpflanze überhaupt für solche Schwankungen, seien es nun die des Potentialgefälles oder der Leitfähigkeit, empfindlicher ist, als die Ebenenpflanze, welche an ihrem Standort nur geringen Schwankungen dieser Faktoren unterworfen ist.

7. Spezielle Lichtbedürfnisse der einzelnen Pflanzen.

Bei der Diskussion der Versuchsresultate der einzelnen Pflanzen machte ich darauf aufmerksam, dass die alpinen Individuen von Anthyllis und Bellis, um stärker zu assimilieren als die Ebenenpflanze, viel höhere Lichtintensität brauchen als Primula farinosa; Taraxacum officinale nimmt eine Mittelstellung ein. Für dieses relative Lichtbedürfnis der alpinen Individuen ergibt sich also folgende Reihe: Anthyllis = Bellis > Taraxacum > Primula farinosa.

Wohl zu unterscheiden von diesem relativen Lichtbedürfnis der alpinen gegenüber den Ebenen-Individuen ist das Minimum der Lichtintensität für die CO_2-Assimilation. Dieses dürfte für die Ebenenpflanzen in folgender Reihe zum Ausdruck kommen: Anthyllis Vulneraria, Taraxacum officinale, Bellis perennis, Primula farinosa. Ich schliesse das aus der Grösse der Assimilationswerte der Ebenenpflanzen bei schwachem Licht, ausserdem noch aus der anatomischen Struktur, dem Chlorophyllgehalt der Blätter und dem natürlichen Standort der Pflanze.

Es war nun wichtig, festzustellen, wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn man ein Ebenenindividuum von Anthyllis mit einem Ebenenindividuum von Bellis, oder wenn man Alpenindividuen verschiedener Spezies gleichzeitig untersucht. Tabelle 35 gibt darüber Auskunft.

Wie nach der oben gegebenen Reihenfolge zu erwarten war, assimiliert die Alpen- resp. Ebenenpflanze von Anthyllis Vulneraria unter gleichen Bedingungen bedeutend weniger als die entsprechenden Individuen von Primula farinosa. Nicht vorauszusehen war hingegen das Verhältnis von Bellis zu Anthyllis, indem die alpine Anthyllis ebenfalls viel weniger assimilierte als die alpine Bellis, während bei den Ebenenpflanzen der Unterschied nicht so gross war. Trotzdem glaube ich nicht, dass dieses Resultat die vorhin erwähnte Tatsache der ähnlichen relativen Lichtansprüche der Alpenindividuen von Anthyllis und Bellis umstösst. Überblickt man die ausführlichen Tabellen beider Pflanzen, so zeigt es sich, dass die alpine Anthyllis bei keiner Lichtintensität so hohe Assimilationswerte wie Bellis erreicht, dass also ganz allgemein Anthyllis unter den für sie optimalen Bedingungen weniger assimiliert als Bellis.

Der besseren Übersicht wegen stelle ich nun die maximalen Assimilationswerte der untersuchten Pflanzen aus allen drei Ver-

Tabelle 35. Vergleichende Versuche über Assimilations-

Nr.	Datum	Pflanzen	Schattentemperatur in ^{0}C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse
389	29. V. 17	I Anthyllis Vulneraria 2300 m II Bellis perennis 1780 m	16,5^0	24,5^0	Stark bewölkt
394	5. VI. 17	I Anthyllis Vulneraria 250 m II Bellis perennis 250 m	22^0	39^0	Klarer blauer Himmel
375	25. V. 17	I Anthyllis Vulneraria 2300 m II Primula farinosa 1700 m	18,5^0	34^0	Blauer Himmel m. weissen Wolken
395	6. VI. 17	I Anthyllis Vulneraria 250 m II Primula farinosa 450 m	21^0	31^0	Bewölkt. Vor Gewitter.
390	30. V. 17	I Anthyllis Vulneraria 2300 m II Taraxacum officinale 2450 m	14^0	25,5^0	Blauer Himmel, später bewölkt
396	7. VI. 17	I Anthyllis Vulneraria 250 m II Taraxacum officinale 250 m	22^0	40^0	Klarer blauer Himmel
392	2. VI. 17	I Bellis perennis 1780 m II Primula farinosa 1709 m	15,5^0	20^0	Bedeckt
397	8. VI. 17	I Bellis perennis 250 m II Primula farinosa 450 m	25^0	43^0	Klarer blauer Himmel
391	1. VI. 17	I Bellis perennis 1780 m II Taraxacum officinale 2450 m	17,5^0	34^0	Blauer Himmel. Vor starkem Gewitter.
399	15. VI. 17	I Bellis perennis 250 m II Taraxacum officinale 250 m	22^0	38^0	Klarer blauer Himmel
393	4. VI. 17	I Primula farinosa 1709 m II Taraxacum officinale 2450 m	20^0	40^0	Klarer blauer Himmel
398	9. VI. 17	I Primula farinosa 450 m II Taraxacum officinale 250 m	21,5^0	37^0	Klarer blauer Himmel

suchsstationen in Tabelle 36 zusammen, wobei ich nur die Sommermonate berücksichtige.

Ein Vergleich der in dieser Tabelle enthaltenen Zahlen beweist die Richtigkeit des schon von *Weber* (1882 S. 346—52), sowie von *Brown* und *Escombe* (1905) gezogenen Schlusses, dass verschiedene Spezies unter gleichen Aussenbedingungen verschieden stark assimilieren, dass somit jede Spezies ein spezifisches Assimi-

vermögen und Lichtbedürfnis der untersuchten Pflanzen.

Ausgeschiedene Menge Kalomel als Mass für blauviolett. Licht in mgr.	CO_2-Gehalt der Luft in mgr. pro Liter	In einer Stunde wurden mgr. CO_2 assimiliert: Bezogen auf 100 cm² Fläche I	II	Verhältnis I:II	Bezogen auf 1 cm³ Volumen I	II	Verhältnis I:II	Koeffizient Assimilation: Atmung I	II
33,4	0,8	11,5	58,1	*0,2*	2,5	8,2	*0,3*	0,75	1,55
54,5	1,6	5,7	7,3	*0,79*	1,6	3,5	*0,45*	1,47	1,76
39,5	1,2	13,9	66,4	*0,2*	3,6	11,5	*0,32*	2,3	1,39
15,0	1,6	8,9	26,5	*0,32*	2,9	7,9	*0,37*	2,0	1,23
25,4	1,1	4,0	9,6	*0,4*	0,9	3,4	*0,26*	1,55	1,48
65,0	1,3	7,8	4,6	*1,7*	2,3	1,6	*1,4*	0,94	0,8
7,0	1,9	10,6	20,5	*0,52*	3,3	5,6	*0,6*	1,0	0,7
79,0	1,6	11,8	83,0	*0,14*	6,5	23,7	*0,27*	1,25	1,3
40,0	3,1	33,8	29,8	*1,13*	22,7	9,9	*2,29*	4,2	4,0
56,4	1,6	31,2	15,9	*1,95*	16,3	7,9	*2,06*	1,0	1,47
48,5	1,1	35,7	25,5	*1,4*	11,2	5,7	*1,96*	0,47	0,72
44,5	1,9	18,1	23,1	*0,79*	5,6	10,8	*0,52*	1,72	2,1

lationsvermögen besitze. Das Resultat steht jedoch im Gegensatz zu demjenigen von *Blackman* und *Matthaei* (Proceedings 1905 S. 458), nach welchen bei einer bestimmten Temperatur und Lichtintensität Blätter der verschiedensten Pflanzen gleich intensiv assimilieren, so lange man nicht Bedingungen für Maximalleistung schafft (S. 448, 458). Allerdings assimilieren in den Versuchen von *Blackman* und *Matthaei* Helianthus und Prunus Laurocerasus bei gleichen

Tabelle 36.

Stündliche Maximalleistung in der CO_2-Assimilation im Sommer
in mgr. CO_2 pro 1 cm^3.

Pflanze mit Angabe der Höhe des Standortes		Basel A	Basel E	Samaden A	Samaden E	Muottas Muraigl A	Muottas Muraigl E
Anthyllis Vulneraria	250 u. 2300 M.	7,5	9,8		15,4		3,4
„ „	1700 M.			5,9		6,3	
Bellis perennis	250 u. 2000 M.	150,0	74,0	27,8	10,4	100,0	40,0
„ „	1400 M.	87,4					
Primula farinosa	450 u. 1700 M.	40,4	28,0	64,0	23,0	8,5*	16,3
„ „	2400 M.					33,0	
Taraxacum officinale	250 u. 2700 M.	36,2	124,0		8,3		9,0
„ „	1700–1800 M.	13,2*		13,3		15,5	
„ „	2300 M.	90,0					
„ „	2450 M.					19,3	
„ „	2900 M.					31,1	

* sehr schwaches Licht.

Aussenbedingungen auch ungleich (S. 414 und 458); diese Abweichung von ihrer Theorie führen aber die beiden Autoren auf den spezifischen Beschleunigungs-Koeffizienten zurück, gemäss welchem die Kohlensäure-Assimilation bei Temperatursteigerung erhöht wird (S. 448). Die Richtigkeit dieser Auffassung muss ich stark bezweifeln.

a) Spezifisches Assimilationsvermögen.

Aus den in Tabelle 35 und 36 enthaltenen Zahlen geht hervor, dass jede Pflanze ein spezifisches Assimilationsvermögen hat.

In den Versuchen, in welchen das Minimum der für die Kohlensäure-Assimilation erforderlichen Lichtintensität nur für die Alpenpflanze, nicht jedoch für die Ebenenpflanze realisiert war, tritt allein das Lichtbedürfnis der Alpenpflanze in seinem ganzen Verlauf deutlich hervor. Das spezifische Assimilationsvermögen ergibt sich dagegen klarer aus den für die Ebenenpflanze erhaltenen Werten, weil es im Gegensatz zu den für die Alpenpflanze realisierbaren Verhältnissen nicht durch zu schwache Lichtintensität verwischt wird. Ich stelle die Resultate in Tabelle 37 zusammen. Die Lichtbedürfnisse der Alpenpflanze

sind auch hier nur als relative Werte gegenüber denjenigen der Ebenenpflanze zu verstehen.

Tabelle 37.

Assimilationsvermögen und Lichtbedürfnis der einzelnen Pflanzen.

Pflanze	Assimilationsvermögen	Lichtbedürfnis
Anthyllis eben	klein	gross
Anthyllis alpin	„	„
Bellis eben	sehr gross	klein bis gross
Bellis alpin	„ „	gross
Primula eben	gross	klein
Primula alpin	„	„
Taraxacum eben	„	mittel bis gross
Taraxacum alpin	mittel bis gross	mittel

Diese Tabelle zeigt, dass Assimilationsvermögen und Lichtbedürfnis der verschiedenen Spezies und ihrer Individuen verschiedener Standorte keineswegs einander parallel laufen. So hat Anthyllis ein geringes Assimilationsvermögen, braucht auch, um es zur Geltung zu bringen, sehr viel Licht, während Bellis und Primula (allerdings in geringerem Masse) auch bei geringer Lichtintensität stark assimilieren können. Alpen- und Ebenenindividuen derselben Spezies verhalten sich in dieser Beziehung annähernd gleich.

β) Abhängigkeit des Assimilationsvermögens und des Lichtbedürfnisses von äusseren Faktoren.

Assimilationsvermögen und Lichtbedürfnis werden von äusseren Faktoren in verschiedener Weise beeinflusst.

Blätter mittleren Alters — solche habe ich zu meinen Versuchen stets verwendet — assimilieren nach *Ewart* (1896 S. 452) am kräftigsten. Ich fand weiter, dass unter den untersuchten Spezies die kleinbleibenden (Bellis, Primula) im allgemeinen ein grösseres Assimilationsvermögen zeigen als die grösseren (Anthyllis, Taraxacum in subalpinen Exemplaren), ja dass sogar kleine Individuen einer Spezies (hauptsächlich bei Taraxacum und Bellis) stärker assimilieren als grosse.

Das Assimilationsvermögen bei optimaler Beleuchtung ist eine Funktion der Temperatur (hindernde Faktoren siehe S. 108).

Auf das Lichtbedürfnis einer Pflanze wirken Lebensalter, Blattbau, Chlorophyllgehalt (event. Plasmaempfindlichkeit), vor allem aber die Temperatur bestimmend. Die ersten 3 Faktoren kommen für Alpen- und Ebenenpflanzen in Betracht, den Einfluss der Temperatur konnte ich nur für das relative Lichtbedürfnis der Alpenpflanze feststellen.

In Übereinstimmung damit wies *Combes* (1910, ähnlich auch *Wiesner* 1907 S. 168—182) nach, dass das Optimum der Beleuchtung für eine Pflanze mit zunehmendem Alter wächst. Blätter mit Palissadenzellen und geringem Chlorophyllgehalt haben, wie aus meinen Versuchen hervorgeht, im allgemeinen ein grösseres Lichtbedürfnis als chlorophyllreiche Pflanzen mit weniger differenziertem Assimilationsgewebe. Doch verursacht ein geringer Chlorophyllgehalt nicht immer ein grosses Lichtbedürfnis (Primula farinosa).

Im Laufe meiner Versuche zeigte ich, dass mit steigender Temperatur das Lichtbedürfnis der Alpenpflanze wächst, bei den verschiedenen Spezies natürlich in verschiedenem Masse. Diese Beobachtung steht nicht ohne Parallele in der Physiologie. Schon *Strasburger* (1878 S. 605—613) hat für phototaktische Schwärmsporen und *Senn* (1908 S. 129—130) für phototaktische Chloroplasten festgestellt, dass ihr Lichtoptimum mit steigender Temperatur immer höher verlegt wird, während es bei niedriger Temperatur sinkt. Wie ist nun das steigende Lichtbedürfnis der Alpenpflanze bei steigender Temperatur zu erklären? Wenn sich *Bonnier*'s (1895 S. 337—40) Angaben als richtig erweisen, nach welchen die Transpiration der Alpenpflanze in der Sonne stärker ist als diejenige der Ebenenpflanze, so könnte eine gute Erklärung gegeben werden. Bei schwachem Licht und steigender Temperatur würde die Lichtenergie zur Unterhaltung von Assimilation und Transspiration nicht ausreichen, da nach *Brown* und *Escombe* (1905 S. 84 ff.) und *Puriewitsch* (1914) der grösste Teil des absorbierten Lichtes zur Transpiration benützt wird. Um nun bei steigender Temperatur — also bei steigender Transpiration — gleich stark wie die Ebenenpflanze assimilieren zu können, braucht die Alpenpflanze, welche nach *Bonnier* stärker transpiriert als die Ebenenpflanze, eine höhere Lichtintensität, die aber durchaus nicht das volle Sonnenlicht zu sein braucht (vergl. die Kurven 3—5). Bei stärkerer Lichtintensität genügt die Lichtenergie bei jeder Temperatur für beide Prozesse.

Bemerkt man dennoch in den Tabellen 17—35 ein Steigen des Verhältniswertes der Assimilationsgrösse, wobei also die Alpenpflanze viel mehr als die Ebenenpflanze assimiliert, so beruht dies auf dem Verlauf der Assimilationskurve der Ebenenpflanze, die von einer bestimmten Lichtintensität an gegen die Abszisse fällt, was mit *Lubimenko*'s Angaben in Parallele zu setzen ist. Dieser Forscher (1908 Revue S. 290) fand, dass das Assimilationsmaximum einer Pflanze bei um so niederer Temperatur und um so schwächerem Licht liegt, je grösser der Chlorophyllgehalt der Pflanze ist. Dementsprechend liegt das Lichtminimum, bei welchem die Assimilation beginnt, bei chlorophyllreichen Pflanzen weit niedriger als bei chlorophyllarmen. Die von mir untersuchten alpinen Wiesenpflanzen haben (siehe S. 55—62 dieser Arbeit) sehr viel weniger Chlorophyll als die Ebenenindividuen der gleichen Spezies. Die Assimilationsenergie der Ebenenpflanzen wird also — von einer bestimmten Lichtintensität an — mit steigender Lichtintensität und steigender Temperatur abnehmen. Dieser Prozess, der dem Verhalten der Alpenpflanzen direkt entgegen läuft, bewirkt eine Erhöhung des Verhältniswertes, nicht jedoch eine Erhöhung des Assimilationswertes der Alpenpflanze überhaupt, wie aus den Tabellen ersichtlich ist.

8. Die Deutung der Versuchsresultate bei sehr starkem Licht.

Bei sehr starkem Licht ist mit Ausnahme der bei Schneebedeckung des Bodens ausgeführten Versuche die Assimilation der Alpenpflanze derjenigen der Ebenenpflanze ausserordentlich überlegen, ja es kann sogar vorkommen, dass dabei die Ebenenpflanze überhaupt nicht assimiliert. Dieses Versagen der Ebenenpflanze kann nicht durch die hohe Maximaltemperatur verursacht sein, da solche von der Ebenenpflanze ohne Schaden ertragen werden, wie Versuche bei weniger starkem Lichte aber ebenso hohen Temperaturen zeigen. Es wäre jedoch theoretisch möglich, dass im Gegenteil die Maximaltemperatur resp. die Erwärmung der Pflanze zu niedrig war, als dass die Ebenenpflanze das starke Licht hätte ausnützen können. Nur würde sich die Frage aufdrängen, ob Ebenenpflanzen aus unserm Klima überhaupt imstande wären, die für so hohe Lichtintensitäten erforderlichen Temperaturen auszuhalten.

Blackman und *Matthaei* (1905), sowie *Matthaei* (1905) wiesen nach, dass sich im starken Licht die Temperatur der Pflanze bedeutend über die Lufttemperatur (bis 16°) erhöhe. *Brown* und

Wilson (1905) fanden allerdings viel geringere Werte. Es ist auf jeden Fall zu beachten, dass die Pflanze die infraroten Strahlen, denen ja die grösste Wärmeenergie zukommt, nach *Stahl* (1909 S. 19), *Timiriazeff* (1877 S. 369) und *Richter* (1902 S. 151) nicht absorbiert.

Aus diesen Überlegungen geht hervor, dass die hohe Maximaltemperatur nicht schädigend auf die Ebenenpflanze wirkt; sie könnte hingegen als ein die CO_2-Assimilation hindernder Faktor in Betracht kommen, was ich vorläufig nicht entscheiden kann.

Es ist ferner in Betracht zu ziehen, ob etwa die niederen Schattentemperaturen für die hohen Verhältniszahlen verantwortlich zu machen sind. Diese bewirken ja für die Alpenpflanze immer sehr günstige Assimilationswerte. Sieht man aber von den Extremversuchen bei schwachem Licht ab, wo die Kombination von niederer Schatten- und niederer Maximaltemperatur ausnehmend hohe Verhältniszahlen bewirkt — diese Kombination war aber in diesen Versuchen nicht realisiert —, so finden sich trotz den niederen Schattentemperaturen nirgends so hohe Verhältniszahlen wie in den Versuchen mit starkem Licht. Es ist also jedenfalls nicht der Einfluss der niederen Schattentemperatur allein, der die starke Überlegenheit der Alpenpflanze bewirkt. Ausserdem müssten dann auch die Versuche mit Anthyllis Vulneraria höhere Verhältniszahlen aufweisen, was aber nicht der Fall ist.

Da mit allen diesen Faktoren die Förderung der Alpenpflanze und die Hemmung, ja das völlige Versagen der Ebenenpflanze bei hoher Lichtintensität nicht befriedigend erklärt werden kann, ist zu untersuchen, ob nicht gerade das starke Licht auf die Assimilation der Ebenenpflanze ungünstig wirkt, während es die Alpenpflanze fördert. Ich möchte hier nochmals auf die Resultate *Lubimenko*'s (1905, 1908, I und II) und auch *Rosé*'s (1913) verweisen, aus denen hervorgeht, dass bei fortwährend steigender Lichtintensität von einem bestimmten Punkt an die Assimilation für chlorophyllreiche (bei *Rosé* Schattenpflanzen) Pflanzen beständig sinkt.

Dass sehr starkes Licht inaktivierend auf die Chloroplasten wirkt, haben *Ewart* (1896 S. 439—446), *Pantanelli* (1904 S. 180—189) und *Lubimenko* (1908 Revue S. 176) gezeigt, und zwar *Pantanelli* für Intensitäten, die 4 mal stärker als das Sonnenlicht waren.

Da in meinen Versuchen bei starkem Licht das Alpenlicht mindestens 4 mal stärker war als das Ebenenlicht, bei welchem die Ebenenindividuen den Alpenindividuen punkto Assimilation noch überlegen sind, können die Fälle des völligen Versagens der

Ebenenindividuen ohne Bedenken auf Inaktivierung der Chloroplasten zurückgeführt werden. Wichtig ist übrigens die Tatsache, dass bei den höchsten Lichtintensitäten in der Ebene die Ebenenpflanzen ebenfalls im Verhältnis zu der herrschenden Temperatur sehr schwach assimiliert haben, sodass sogar durch intensives Ebenenlicht eine Inaktivierung hervorgerufen zu werden scheint.

Ob die Chloroplasten der Alpenpflanzen durch starkes Alpenlicht schliesslich ebenfalls inaktiviert wurden, konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen, da in den Fällen, wo die Alpenpflanze bei sehr starkem Licht schwächer assimilierte, die niedrige Temperatur als hindernder Faktor das Resultat bedingt haben kann.

Wenn aber die Chloroplasten der Alpenpflanze durch intensives Alpenlicht nicht inaktiviert werden, so wäre dies durchaus verständlich, da sie an ihrem natürlichen Standort häufig starkem Licht ausgesetzt sind; sie müssen darum in irgend welcher Art daran angepasst oder gegen Schädigungen des intensiven Lichtes geschützt sein. Diese Schutzmittel können anatomischer (*Wiesner* 1875 S. 40—48 und *Baumert* 1909) oder chemischer Natur (*Shibata* und *Kishida* 1915) sein.

Da ich in dieser Beziehung keine Untersuchungen angestellt habe, kann ich nur Vermutungen äussern. Infolge des geringen Chlorophyllgehaltes absorbiert die Alpenpflanze bei einem bestimmten Frischgewicht viel weniger Licht als die Ebenenpflanze. Nach *Stahl* (1880 und 1883 S. 171) sind, allerdings entgegen *Haberlandt* (1909 S. 275), die Palissadenzellen die dem starken Licht angepasste Zellform. Dass das Vorhandensein von Palissadenzellen das Blatt gegen schädigende Einflüsse starken Lichtes schützt, geht aus der Tatsache hervor, dass die beiden Ebenenpflanzen (Bellis und Primula), welche schwach oder gar nicht entwickelte Palissadenzellen besitzen, vom starken Alpenlicht besonders ungünstig beeinflusst wurden. Die Ebenenpflanze von Bellis weist nämlich nur eine einzige Schicht niedriger weiter Palissaden, die Ebenenpflanze von Primula farinosa dagegen überhaupt keine solchen auf. Dem gegenüber haben die Ebenenindividuen von Taraxacum officinale ein bis zwei Schichten mittelhoher enger Palissaden; damit hängt vielleicht die Tatsache zusammen, dass ich bei den Ebenenpflanzen von Taraxacum keine so starke Herabsetzung der Assimilation durch starkes Licht feststellen konnte. Die Ebenenpflanze von Anthyllis Vulneraria weist mehrere Schichten von Palissaden auf; dementsprechend wurde ihre CO_2-Assimilation durch starkes Licht unter allen von mir untersuchten Pflanzen am wenigsten geschädigt. Trotzdem assimiliert die Alpenpflanze von Anthyllis bei sehr starkem Licht

noch vier mal stärker als die Ebenenpflanze. Der Schluss scheint also gerechtfertigt zu sein, dass Palissadenzellen die Chloroplasten gegen hohe Lichtintensitäten zu schützen imstande sind.

Ob das weisse Licht als Ganzes oder nur einzelne seiner Spektralbezirke schädlich wirken, bleibt noch unentschieden. Es könnte sich dabei auch um eine teilweise Chlorophyllzerstörung handeln, welche durch die vom Chlorophyll am meisten absorbierten Strahlen, also durch die gelbroten (*Dangeard* 1910 S. 1386—88, *Reinke* 1885 Seite 64),[4]) bewirkt wird. Diesen Angaben stehen allerdings die älteren *Pringsheims* (1881 S. 336) gegenüber, nach denen kaltes, durch eine Sammellinse konzentriertes Sonnenlicht mit seinen kurzwelligen Strahlen das Chlorophyll zersetzt, während die roten Strahlen nicht zerstörend wirken. Die ultravioletten Strahlen, die nach *Bierry* und *Larguier des Bancels* (1911 S. 124) einen stark zerstörenden Einfluss auf das Chlorophyll haben, kommen für meine mit Sonnenlicht ausgeführten Versuche nicht in Betracht. Die blauvioletten Strahlen scheinen nach meinen Schneelichtversuchen, in denen sie die höchste Intensität erreichten, keine schädliche Wirkung gehabt zu haben, da gerade die Ebenenindividuen darin intensiv assimilierten.

Es erscheint nun auffällig, dass die Alpenpflanze einerseits zur CO_2-Assimilation rote Strahlen bedarf, dass diese aber andererseits die Chlorophyllbildung hemmen sollen. Bei näherer Betrachtung löst sich jedoch dieser Widerspruch.

Da nach *Dangeard* (1910) die gelbroten Strahlen von starker Intensität eine Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes bewirken, so kommt es bei den Alpenpflanzen zu einer geringeren Chlorophyllbildung als bei den Ebenenpflanzen. Würde bei geringer Lichtintensität mehr Farbstoff gebildet, so würde er von der ersten intensiven Lichtwirkung zerstört. Eine Neubildung bei wiedereintretender Herabsetzung der Lichtintensität wäre Stoffverbrauch und würde dem nächsten starken Lichte zum Opfer fallen. Der geringe Chlorophyllgehalt der Alpenpflanzen ist somit an starkes gelbrotes Licht angepasst. *Lubimenko*'s (1908 I und II) Anschauung, dass der Chlorophyllgehalt an den Intervall der herrschenden Lichtintensität angepasst sei, trifft also nicht ganz allgemein zu, da die Alpenpflanze viel mehr an das Maximum der ihr zuträglichen und an ihrem natürlichen Standort herrschenden Lichtintensität angepasst ist.

---

[4]) Das Chlorophyll des unverletzten Blattes absorbiert nach *Iwanowski* (1907) noch bedeutend mehr rote Strahlen als in alkoholischer Lösung, nämlich 56,5% gegenüber 26,3%.

Nun erweist sich aber der geringe Chlorophyllgehalt bei der Kohlensäure-Assimilation im starken Lichte (sei es stark oder schwach brechbar) gleichzeitig als ein Lichtschutz, indem eine allzugrosse Lichtabsorption vermieden wird. Das gelbrote Licht kann also nie hemmend auf die CO_2-Assimilation wirken. Blaue Strahlen wirken vorwiegend auf das Plasma und zwar in relativ hoher Intensität fördernd auf die Differenzierung des Blattgewebes (*Pfeffer* 1904 S. 117), in noch höherer Intensität dagegen schädigend zunächst auf das Plasma (*Pfeffer* 1904 S. 319) und dadurch mittelbar auch auf die CO_2-Assimilation. Nun braucht allerdings die Alpenpflanze zur Photosynthese rotes Licht, das, wie meine Versuche vermuten lassen, nicht durch blauviolettes ersetzt werden kann. Zur Erreichung der in meinen Versuchen erhaltenen höchsten Assimilationswerte war keine so hohe Intensität des roten Lichtes erforderlich, dass es gleichzeitig zerstörend auf den Farbstoff gewirkt hätte. Es ist somit für das Zustandekommen starker Assimilation nur eine bestimmte, relativ hohe Intensität von rotem Licht erforderlich.

Die Alpenpflanze braucht somit kurz- und langwellige Strahlen; die langwelligen fördern bei einer bestimmten Intensität die CO_2-Assimilation, hemmen jedoch bei hoher Intensität die Chlorophyllbildung. Die blauen Strahlen wirken vorwiegend auf das farblose Plasma, fördern dadurch bei einer bestimmten Intensität die Bildung von Palissadenzellen, schädigen dagegen bei höherer Intensität das Plasma und dadurch auch die CO_2-Assimilation.

D. Biologische Betrachtungen über Chlorophyllgehalt und CO_2-Assimilation.

Aus meinen Versuchen geht hervor, dass die CO_2-Assimilation der vier untersuchten alpinen Wiesenpflanzen (Anthyllis Vulneraria, Bellis perennis, Primula farinosa und Taraxacum officinale) den im Alpenklima herrschenden Bedingungen in weitgehendem Masse angepasst ist. Das Temperaturminimum der CO_2-Assimilation liegt weit unter demjenigen der entsprechenden Ebenenpflanzen, sodass bei Temperaturen um 0^0 herum die Alpenpflanze im Gegensatz zum Ebenenindividuum noch stark assimiliert. Dadurch werden die Pflanzen in den Alpen befähigt auch bei trübem Wetter, bei dem in bedeutenden Höhen gleich auch die Temperatur sinkt, weiter zu assimilieren, während die Ebenenindividuen derselben Spezies hungern müssen. Andererseits

kann die Alpenpflanze bei der Photosynthese sehr hohe Temperaturen ohne Schaden ertragen, sobald ihr nur genügend Licht zur Verfügung steht. Ihre CO_2-Assimilation ist also, den starken Temperaturschwankungen des Alpenklimas entsprechend, eurytherm.

An die zeitweilig hohen Lichtintensitäten des Hochgebirges ist die Kohlensäure-Assimilation der Alpenpflanze ebenfalls trefflich angepasst, sei es durch ihren Blattbau oder ihren geringen Chlorophyllgehalt. Selbst bei stärkster Lichtintensität konnte nie eine Schädigung der Assimilation mit Sicherheit festgestellt werden, während eine solche bei der Ebenenpflanze schon in der Ebene wenigstens in zwei Fällen eintrat. Warme Regen oder bedeckter Himmel bei hoher Temperatur — was beides in den Alpen selten vorkommt — setzen die Assimilation der Alpenpflanze herab.

Aus den vor Sonnenuntergang oder bei Schneebedeckung des Bodens angestellten Versuchen geht hervor, dass die Alpenpflanze zu ihrer CO_2-Assimilation die roten Strahlen viel mehr nötig hat, als die Ebenenpflanze, und dass bei der Alpenpflanze die blauvioletten Strahlen die Wirkung der langwelligen, rotgelben nicht ersetzen können. Auch dies kann als eine Anpassung an die spektrale Zusammensetzung des direkten Sonnenlichts in den Alpen aufgefasst werden, dessen Intensität nach *Dorno* (1911 S. 64) im schwach brechbaren Teil mit der Meereshöhe noch stärker zunimmt, als im kurzwelligen Teil.

Die CO_2-Assimilation der Alpenpflanze zeigt also eine deutliche Anpassung an die in den Alpen herrschenden extremen Bedingungen von Licht und Temperatur, von welchen die Ebenenindividuen derselben Spezies öfters geschädigt werden.

Trotzdem muss betont werden, dass auch in den Alpen keine Bedingungen für die photosynthetische Maximalleistung der Alpenpflanzen realisiert sind, da sich bei hohen Lichtintensitäten die niedrige Temperatur häufig als hindernder Faktor geltend macht. In der Ebene, wo die Temperatur hoch genug wäre, ist für die Alpenpflanze häufig die Lichtintensität zu gering, um die höchsten Assimilationswerte zu erreichen.

Ob absolut genommen die Alpenpflanzen an ihren natürlichen Standorten mehr assimilieren als die Ebenenpflanzen an ihren natürlichen Standorten, wie *Schröter* (1904 S. 639) auf Grund der *Bonnier*'schen Versuche (1895 S. 329—37) annimmt, kann ich auf Grund meiner Versuche nicht zahlenmässig feststellen. Das geht aber auch nicht aus Bonnier's Versuchen hervor, weil er die Versuchsbedingungen viel zu wenig variiert hat. Aus den Versuchen im schwachen Licht und hoher Temperatur, in welcher die Alpenpflanzen immer schwächer assimilierten, als die Ebenenpflanzen,

geht deutlich hervor, dass die Alpenpflanzen nicht unter allen Umständen stärker assimilieren als die Ebenenpflanzen. Die Frage, ob die Pflanzen an ihren natürlichen Standorten in den Alpen oder in der Ebene stärker assimilieren, kann auf diese Weise überhaupt nicht beantwortet werden; darüber können höchstens Untersuchungen über die Zunahme des Trockengewichts innerhalb einer bestimmten Zeit Aufschluss geben.

Immerhin geht auch aus meinen Versuchen hervor, dass jede Pflanze, auch die Alpenpflanze, die an ihrem natürlichen Standorte herrschenden klimatischen Verhältnisse in bestmöglicher Weise für ihr Leben auszunützen imstande ist. Ob sich die Vertreter der alpinen Grat- und Schneetälchenflora und die arktischen Pflanzen gleich verhalten, wie die von mir untersuchten alpinen Wiesenpflanzen, müssen weitere Versuche zeigen.

Zusammenfassung der Hauptresultate der Chlorophyllbestimmungen und Assimilationsversuche.

1. Die Blätter der alpinen Exemplare der vier untersuchten Wiesenpflanzen Anthyllis Vulneraria, Bellis perennis, Primula farinosa und Taraxacum officinale — weisen bedeutend weniger Chlorophyll auf als die Blätter der Ebenenindividuen derselben Spezies, wenn der Farbstoffgehalt auf das Frischgewicht bezogen wird.

2. Davon machen die Vertreter der Schneetälchenflora oder alpinen Frühblüher (Primula integrifolia, Soldanella alpina, Anemone vernalis) eine Ausnahme, indem sie sich durch hohen Chlorophyllgehalt auszeichnen. Ebenso verhalten sich auch Ebenenpflanzen, z. B. Eranthis hiemalis, die sich normalerweise bei Schneelicht entwickeln, obwohl sie in anatomischer Beziehung Sonnenblätter besitzen.

3. Die Gesteinsflora (Primula hirsuta, Primula viscosa, Ranunculus glacialis) nimmt im Chlorophyllgehalt eine Mittelstellung zwischen den Vertretern der alpinen Wiesenflora und der Schneetälchenflora ein.

4. Bei Kultur in der Ebene konnte ich im Laufe längerer Zeit keine Änderung des Chlorophyllgehaltes der alpinen Wiesenpflanzen feststellen.

5. Alpen- und Ebenenindividuen der vier Gattungen der Wiesenpflanzen verhalten sich gegen grosse Lichtänderungen durchaus spezifisch. Entwickeln sich Vertreter der Schneetälchenflora in der

Ebene ohne Schneelicht, so weisen sie sehr viel weniger Chlorophyll auf als an ihren natürlichen Standorten.

6. Schwankungen des Chlorophyllgehaltes im Laufe eines Tages konnte ich bei keiner der untersuchten Pflanzen beobachten.

7. Die CO_2-Assimilation der Alpenpflanze beginnt erst bei einer höheren Lichtintensität, als diejenige des entsprechenden Ebenenindividuums. Dagegen liegt das Temperaturminimum, bei welchem die Alpenpflanzen zu assimilieren beginnen, bedeutend tiefer, als dasjenige der Ebenenpflanzen.

8. Das Verhältnis der Assimilationsgrösse der Alpenpflanze zu derjenigen der Ebenenpflanze ist eine Funktion von Temperatur und Licht. Bei starkem Licht assimiliert die Alpenpflanze bei jeder Temperatur mehr als die Ebenenpflanze. Bei schwachem Licht trifft dies nur bei niedriger Temperatur zu, je höher die Temperatur, desto stärker muss das Licht sein, damit die Assimilation der Alpenpflanze derjenigen der Ebenenpflanze gleichkommt. Doch ist diese Lichtintensität für die einzelnen Spezies verschieden hoch.

9. Jede der untersuchten Spezies hat somit ein bestimmtes Lichtbedürfnis, jede ist ausserdem durch ihr spezifisches Assimilationsvermögen ausgezeichnet.

Ausnahmen von diesen Regeln lieferten die bei Schneelicht und vor Gewitter angestellten Versuche.

10. Bei Schneelicht assimiliert die Alpenpflanze trotz hoher Intensität der blauvioletten Strahlen weniger als die Ebenenpflanze, offenbar weil das Schneelicht relativ arm ist an roten Strahlen, wodurch auch der hohe Chlorophyllgehalt der Schneetälchenflora physiologisch erklärt und ökologisch verständlich wird. Während nämlich in den Dämmerungsversuchen bei relativ starkem rotem und sehr schwachem blauviolettem Licht die Assimilation der Alpenpflanze derjenigen der Ebenenpflanze weit überlegen ist, assimiliert in viel stärkerem blauviolettem aber relativ schwachem rotem Licht die Ebenenpflanze viel intensiver als die Alpenpflanze. Die Ebenenpflanze ist also viel besser imstande, die blauvioletten Strahlen zur CO_2-Assimilation auszunützen, was der Auffassung Stahls (1909) durchaus entspricht. Die Alpenpflanze braucht dagegen zu ihrer CO_2-Assimilation starke rote Strahlen. Diese Tatsache erscheint verständlich, wenn man die verschiedene spektrale Zusammensetzung des Ebenen- und des Alpenlichts als Folge der Abnahme des diffusen Lichts mit der Meereshöhe und der stärkeren Zunahme der langwelligen als der kurzwelligen sichtbaren Strahlen in Betracht zieht.

11. Vor Gewittern assimiliert die Alpenpflanze bei sehr schwachem Lichte bedeutend mehr als die Ebenenpflanze. Wie

Pollacci (1907) noch Stärkebildung unter dem Einfluss von elektrischen Strömen bei schwachem Licht konstatierte, in welchem nicht elektrisierte Pflanzen keine CO_2-Assimilation mehr zeigten, scheint die CO_2-Assimilation der Alpenpflanze durch die Luftelektrizität oder durch Potentialgefälle gefördert zu werden, während die Ebenenpflanze darauf nicht reagiert. Vielleicht ist dies auch eine Anpassung an die starken Schwankungen der Leitfähigkeit oder des Potentialgefälles in den Alpen.

Literaturverzeichnis.

Baumert, Kurt. 1909. Experimentelle Untersuchungen über Lichtschutzeinrichtungen an grünen Blättern. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 9. S. 83—162.

Blackman, Forst. 1895. Experimental researches on vegetable assimilation and respiration. N. II. On the paths of gaseous exchange between aerial leaves and the atmosphere. Philosophical Transactions. London. B. Vol. 186. S. 503—562.

Blackman. 1905. Optima and limiting factors. Annals of Botany. Vol. 19. S. 281—295.

Blackman and *Matthaei.* 1905. Experimental researches in vegetable assimilation and respiration. N. IV. A quantitative study of carbon-dioxide assimilation and leaf-temperature in natural illumination. Proceedings of the royal society. London. B. Vol. 76. S. 402—460.

Blackman and *Smith.* 1911. Experimental researches in vegetable assimilation and respiration. IX. On assimilation of submerged water-plants and its relation to the concentration of carbon-dioxide and other factors. Proceedings of the royal society. London. B. Vol. 83. S. 389—412.

Bierry et *Larguier des Bancels.* 1911. II. Action de la lumière émise par la lampe à mercure sur les solutions de chlorophylle. Comptes rendus. Paris. Bd. 153. S. 124—125.

Bonnier, Gaston. 1887. Note sur les cultures comparées des mêmes espèces à diverses altitudes. Bulletin de la société botanique de France. Vol. 34. S. 467 ff.

Bonnier. 1888. Etude expérimentale de l'influence du climat alpin sur la végétation et les fonctions des plantes. Bulletin de la société botanique de France. Bd. 35. S. 436—39.

Bonnier. 1890. Cultures expérimentales dans les hautes altitudes. Comptes rendus. Paris. Bd. 110 I. S. 363—65.

Bonnier. 1890. Influence des hautes altitudes sur les fonctions des végétaux. Comptes rendus. Paris. Bd. 111. S. 377—380.

Bonnier. 1890. Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. Revue générale de botanique. Bd. 2. pag. 513—546.

Bonnier. 1895. Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Annales des sciences naturelles. Botanique. 7e série. Tome 20. pag. 217—360.

Brown and *Escombe*. 1900. Static diffusion of gases and liquids in relation to the assimilation of carbon and translocations inplants. Philosophical Transactions. London. Bd. 193. B. S. 223—291.

Brown and *Escombe*. 1902. The influence of varying amounts of carbon-dioxide in the air on the photosynthetic process of leaves and on the mode of growth of plants. Proceedings of the royal society. Bd. 70. B. S. 397–413.

Brown and *Escombe*. 1905.

I. Researches on some of the physiological processes of green leaves, with special reference to the interchange of energy between the leaf and its surroundings. Proceedings of the royal society. London. B. Bd. 76. S. 29–111.

II. On a New Method for the determination of atmospheric carbon-dioxide, based on the rate of its absorption by a free surface of a solution of caustic alkali. Proceedings of the royal society. London. B. Bd. 76. S. 112-117.

III. On the Variations in the amount of carbon-dioxide in the air of Kew during the years 1898—1901. Proceedings of the royal society. London. B. Bd. 76. S. 118—121.

Brown and *Wilson*. On the thermal emissivity of a green leaf in still and moving air. Proceedings of the royal society. London. B. Bd. 76. S. 119—137.

Combes, Raoul. 1910. L'éclairement optimum pour le développement des végétaux. Comptes rendus. Paris. Bd. 150. S. 1701—1702.

Czapek, F. 1913. Biochemie der Pflanzen. Bd. 1. 2. Aufl. Jena, G. Fischer.

Dangeard, P. H. 1910. L'action de la lumière sur la chlorophylle. Comptes rendus. Paris. Bd. 151. S. 1386—1388.

Déhérain et *Maquenne*. 1886. Sur l'absorption de l'acide carbonique par les feuilles. Comptes rendus. Paris. Bd. 103. S. 167—169.

Démoussy. 1903. Sur la végétation dans les atmosphères riches en acide carbonique. Comptes rendus. Paris. Bd. 136 I. S. 325—328.

Demoussy. 1904. Influence sur la végétation de l'acide carbonique émis par le sol. Comptes rendus. Paris. Bd. 138. S. 291—293.

Dorno, C. 1911. Studie über Licht und Luft des Hochgebirges. Verlag Vieweg u. Sohn, Braunschweig.

Dufour, Léon. 1887. Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles. Annales des sciences naturelles. Bot. 7e série. Bd. 5. S. 311-413.

Eder, Joseph Maria. 1879. Ein neues chemisches Photometer mittelst Quecksilberoxalat zur Bestimmung der Intensität der ultravioletten Strahlen des Tageslichtes und Beiträge zur Photochemie des Quecksilberchlorides. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftl. Klasse der Wiener Akademie. Bd. 80 II. S. 636—660.

Ewart, Alfred James. 1896. On assimilatory inhibition in plants. Journal of the Linnean society. Bot. Bd. 31. S. 364—461.

Godlewski. 1872. Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung der Blätter von dem Kohlensäuregehalt der Luft. Arbeiten des Würzburger Institutes. Bd. 1. S. 343—370.

Griffon, Ed. 1899. L'assimilation chlorophyllienne et la coloration des plantes Annales des sciences naturelles. Série 8. Bot. Bd. 10. S. 1—123.

Haberlandt. 1909. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, Verlag Engelmann.

Hann. 1908. Handbuch der Klimatologie. Bd. 1. 3. Aufl. Stuttgart. Verlag Engelhorn.

Jörgensen and *Kidd*. 1916. Some photochemical experiments with pure chlorophyll and their bearing on theories of carbon assimilation. Proceedings of the royal society. B. Volume 89. S. 342—361.

Jost. 1906. Ueber die Reaktionsgeschwindigkeit im Organismus. Biologisches Centralblatt. Bd. 26. S. 225—244.

Jost. 1913. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Auflage. Jena. Verlag G. Fischer.

Iwanowski, D. 1907. Ueber die Ursachen der Verschiebung der Absorptionsbänder im Blatt. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. XXV. S. 416—424.

Iwanowski. 1914. Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft. Bd. 32. S. 433—447.

Kanitz, Aristides. 1915. Temperatur und Lebensvorgänge. Berlin, Verlag Borntraeger.

Kerner von Marilaun. 1896. Pflanzenleben. Bd. 1. Leipzig u. Wien. Bibliograph. Institut.

Koltonski, Alexander. 1908. Ueber den Einfluss der elektrischen Ströme auf die Kohlensäureassimilation der Wasserpflanzen. Beihefte zum botanischen Centralblatt. Bd. 23. I. S. 204—271.

Kniep und *Minder.* 1909. Ueber den Einfluss verschiedenfarbigen Lichtes auf die Kohlensäure-Assimilation. Zeitschrift für Botanik. Bd. 1. S. 619—650.

Kniep, Hans. 1915. Ueber die Assimilation und Atmung von Meeresalgen. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 7. S. 1—38.

Kreusler. 1885. Ueber eine Methode zur Beobachtung der Assimilation und Atmung der Pflanzen und über einige diese Vorgänge beeinflussende Momente. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. 14. S. 913—965.

Leist, K. 1889. Ueber den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. 1889. S. 159—201.

Lubimenko. 1905. Sur la sensibilité de l'appareil chlorophyllien des plantes ombrophiles et ombrophobes. Revue générale de botanique. Bd. 17. S. 381—415.

Lubimenko. 1907. Observations sur la production de la chlorophylle chez les végétaux supérieurs aux différentes intensités lumineuses. Comptes rendus. Paris. Bd. 145. S. 1347—1349.

Lubimenko. 1908. Production de la substance sèche et de la chlorophylle chez les végétaux supérieurs aux différentes intensités lumineuses. Annales des sciences naturelles. Bot. 9 série. Bd. 7. S. 321—415.

Lubimenko. 1908. La concentration du pigment vert et l'assimilation chlorophyllienne. Revue générale de botanique. Bd. 20. S. 162—177; 217—238; 253—267; 285—297.

Matthaei, Gabrielle. 1905. Experimental researches on vegetable assimilation and respiration. N. III. On the effect oft emperature on carbon dioxide assimilation. Philosophical Transactions. London, B. Vol. 197. S. 47–105.

Meinhold, Theodor. 1911. Beiträge zur Physiologie der Diatomeen. Beiträge zur Physiologie der Pflanzen. Bd. 10. S. 353—378.

Monteverde und *Lubimenko.* 1911. Untersuchungen über die Chlorophyllbildung bei den Pflanzen. Biologisches Centralblatt. Bd. 31. S. 449—458 und 481—498.

Pantanelli, Enrico. 1904. Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung belichteter Pflanzen von äussern Bedingungen. Pringsheims Jahrbücher. Bd. 39. S. 167—228.

Pfeffer. 1897 und 1904. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig. Verlag Engelmann.

Plester, Wilhelm. 1912. CO_2-Assimilation und Atmung bei Varietäten derselben Art, die sich durch ihre Blattfärbung unterscheiden. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 11. S. 249—303.

Pollacci, Gino. 1905. Influenza dell' elettricità sull' assimilazione clorofilliana (Nota preliminare). Bullettino della società botanica italiana. 1905. S. 94–98.

Pollacci, Gino. 1907. Zitiert nach Just XXXV. 1907./I. S. 759. Elettricità e vegetazione I. Atti Istituto botanico di Pavia. Vol. XIII. S. 152 ff.

Pollacci, Gino, weitere Arbeiten (1904—1908) siehe Czapek 1913, S. 546 und Koltonski 1908

Pringsheim, N. 1881. Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. 12. S. 289—437.

Puriewitsch, K. 1914. Untersuchungen über Photosynthese. Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. 53. S. 210—254.

Reinke, J. 1883. Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. Erste Mitteilung. Botanische Zeitung. Bd. 41. S. 697—707; 713—723; 732—738.

Reinke, J. 1884. Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. Botanische Zeitung. Bd. 42. S. 1–10; 17—29; 33—46; 49—59.

Reinke, J. 1885. Die Zerstörung von Chlorophyllösung durch das Licht und eine neue Methode zur Erzeugung des Normalspectrums. Botanische Zeitung. Bd. 43. S. 64—70; 81—89; 97—101; 113—117; 129—137.

Reinke, J. 1893. Die Abhängigkeit des Ergrünens von der Wellenlänge des Lichtes. Sitzungsberichte der Berliner Akademie. Bd. 2. S. 527–540,

Richter, André. 1902. Etude sur la photosynthèse et sur l'absorption par la feuille verte des rayons de différentes longueurs d'onde. Revue générale de botanique. Bd. 14. S. 151—169 und 211—218.

Rosé, Edmond. 1913. Energie assimilatrice chez les plantes cultivées sous différents éclairements. Annales des sciences naturelles. 9 série. Bot. Bd. 17. S. 1—110.

Saposchnikoff. 1890. Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Laubblättern. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. 8. S. 233—242.

Saposchnikoff. 1891. Ueber die Grenzen der Anhäufung der Kohlenhydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. 9. S. 293—300.

Saposchnikoff. 1895. Eiweisstoffe und Kohlehydrate der grünen Blätter als Assimilationsprodukte. Referat der russischen Arbeit. 1894. Botanisches Centralblatt. Bd. 63. S. 246—251.

Schinz und *Keller.* 1909. Flora der Schweiz. I. Teil. 3. Aufl. Zürich. Verlag Raustein.

Schmidt, Arnold. 1914. Die Abhängigkeit der Chlorophyllbildung von der Wellenlänge des Lichtes. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 12. S. 269—294.

Schröter. 1904. Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich. Verlag Raustein.

Senn. 1907. Alpenflora. Westalpen. Heidelberg. Verlag Winter.

Senn. 1908. Die Gestalts- und Lageveränderungen der Pflanzen-Chromatophoren. Leipzig. Verlag Engelmann.

Shibata und *Kishida.* 1915. Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. Botanical Magazine of Tokyo. Bd. 29. S. 301—308 und 316—332.

Stahl, E. 1880. Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Structur und Anordnung des Assimilationsparenchyms. Botanische Zeitung. Bd. 38. S. 868—874.

Stahl, E. 1883. Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. XVI. S. 162—200.

Stahl, E. 1909. Zur Biologie des Chlorophylls. Laubfarbe und Himmelslicht. Vergilbung und Etiolement. Jena. Verlag G. Fischer.

Stein, C. 1909. Zitiert nach Czapek, 1913. S. 551. Oesterreichische botanische Zeitschrift Bd. 95. S. 231.

Stoppel, Rose. 1916. Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen von Phaseolus multiflorus von verschiedenen Aussenfaktoren. Zeitschrift für Botanik. Bd. 8. S. 609—684.

Strasburger. 1878. Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 12. S. 551-625.

Thoday. 1910. Experimental researches on vegetable assimilation and respiration. N. VI. Some experiments on assimilation in the open air. Proceedings of the royal society. B. London. Bd. 82. S. 421—450.

Thouvenin, Maurice. 1896. De l'influence des courants électriques continus sur la décomposition de l'acide carbonique chez les végétaux aquatiques. Revue générale de botanique. Bd. 8. S. 433—450.

Timiriazeff. 1877. Recherches sur la décomposition de l'acide carbonique dans le spectre solaire, par les parties vertes des végétaux. Annales de chimie et de physique. Série V. Bd. 12. S. 355—396.

Timiriazeff. 1889. Sur le rapport entre l'intensité des radiations solaires et la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux. Comptesrendus. Paris. Bd. 109. S. 379—382.

Timiriazeff. 1890. Enregistrement photographique de la fonction chlorophyllienne par la plante vivante. Comptes rendus. Paris. Bd. 110 I. S. 1346—1347.

Timiriazeff. 1903. The cosmical function of the greenp lant. Proceedings of the royal society. Vol. 72. S. 424—461.

Ursprung, A. 1917. Ueber die Stärkebildung im Spectrum. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. 35. S. 44—69.

Ursprung, A. 1918. Ueber die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. 36. S. 86-100.

Vouk, Valentin. 1908. Laubfarbe und Chloroplastenbildung bei immergrünen Holzgewächsen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Math.-natw. Klasse. Abt. I. Bd. 117 I. S. 1337—1378.

Wagner, A. 1892. Zur Kenntnis des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologische Bedeutung. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Math.-natw. Klasse. Abt. I. Bd. 101. S. 487—548.

Weber, Carl. 1882. Ueber spezifische Assimilationsenergie. Arbeiten des Würzburger Institutes. Bd. 2. S. 346—352.

Wiesner, Julius. 1874. Vorläufige Mitteilung über den Einfluss des Lichtes auf Entstehung und Zerstörung des Chlorophylls. Botanische Zeitung. Bd. 32. S. 116—121.

Wiesner, Julius. 1874. Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zum Chlorophyll. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Math.-natw. Klasse. Abt. I. Bd. 69. S. 327—385.

Wiesner, Julius. 1875. Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls in der Pflanze. Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestandes der Zool.-bot. Gesellschaft. Wien 1875. S. 21—49.

Wiesner, Julius. 1907. Der Lichtgenuss der Pflanzen. Leipzig. Verlag Engelmann.

Willstätter und *Stoll.* 1913. Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin, Verlag Springer.

Willstätter u. *Stoll.* 1915. Ueber die chemischen Wirkungen des Assimilationsapparates. Sitzungsberichte der preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 322—346.

Willstätter und *Stoll.* 1915. Ueber die Assimilation ergrünender Blätter. Sitzungsberichte der preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 524—531.

Willstätter und *Stoll.* 1918. Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin. Verlag Springer.

Anmerkung. Da das Buch von Willstätter und Stoll (1918), sowie die Arbeit von Ursprung (1918) erst nach Abschluss meiner Untersuchungen erschien, konnte ich im Text nicht mehr auf Details eintreten und beide nur noch in Anmerkungen berücksichtigen.

Verzeichnis der Tabellen.

Inhalts-Verzeichnis.

Manuskript eingegangen 1. September 1918.

Der Rhein als Bahn und als Schranke der Tierverbreitung.

Von

F. Zschokke.

Aus dem Herzen des Festlandes ziehen die Ströme hinab zum Meer. Sie verknüpfen die kontinentalen Gebirge mit dem fernen Ozean, schaffen Wanderwege für Tier und Pflanze und öffnen dem menschlichen Verkehr seine Strassen.

Jede Woge trägt ungezählte Organismen zutal; durch die Strommündung streben die Wanderfische in ungebrochener Kraft dem Süsswasser entgegen, und in langsamer, die Jahrhunderte überdauernder Fahrt wandern geduldig manche tierische Lebewesen vom Delta gegen die weitentlegene Quelle. Dem Talweg des Flusses folgen die Scharen der Zugvögel auf der Reise im Herbst und im Frühjahr; die vom Strom geschaffene Furche dient niederen Organismen, den Schnecken, den Spinnen und Tausendfüssern als Richtlinie für ihren schrittweisen, doch stetigen und im Laufe der Zeiten erfolgreichen Vormarsch.

Wo aber im Quellgebiet sich Wasserscheiden erheben, trennen diese Höhenzüge auch als schwer zu besiegende Schranken die von verschiedener Seite her vordringenden Tierheere und verhindern, als den Weg unterbrechende Lücken, die Vermischung der Wanderer von entgegengesetzter örtlicher Herkunft. Sie gebieten besonders den Organismen Halt, die sich zu passiver Verschleppung nicht eignen, und denen die Fähigkeit zu aktiver Wanderschaft auf dem Festland und in der Luft fehlt. So werden Fische, Muscheln und gewisse Krebse zu Leit- und Eigenformen bestimmter Flussgebiete. Ihre Wanderfahrten finden ein Ende an den Riegeln der Wasserscheiden.

Umgekehrt auferlegt auch der breit flutende Strom vielen Tieren Stillstand, die seine Ufer bevölkern, doch des aktiven und passiven Flugs und des Schwimmens unkundig sind. Solchen an die Scholle gehefteten Geschöpfen erlaubt nur etwa der Zufall die unwirtliche Flut zu queren. Der im Wasser treibende Baumstamm trägt sie von Bord zu Bord, der vom Rand losgelöste Wurzelstock,

oder das Boot des Menschen. Oft verändert und verlegt auch der Fluss das Netzwerk seiner Rinnen; er gräbt neue Schlingen und sorgt dafür, dass zwischen seinem rechten und linken Ufer ein Austausch sich vollziehe von Landschollen und von den dieselben bewohnenden Pflanzen und Tieren. Damit öffnen sich den letzteren mühsam erworbene neue Besiedlungsgebiete und noch unbetretene Wanderwege.

Die Stromadern erlangen somit doppelte biologische Wichtigkeit; sie werden zu Wanderstrassen zugleich und zu Wanderschranken; sie fördern und hemmen die Verbreitung tierischer Lebewesen und bestimmen dadurch den Umfang ihres Wohnbezirks. Solche Doppelwirkung üben die Flüsse seit langer Zeit aus. In der heutigen Zusammensetzung und Verteilung einer Stromfauna spiegelt sich die Lebensgeschichte des Stroms, seine hydrographische und geologische Entwicklung im Laufe der Zeiten wieder. Das faunistische Bild der Jetztzeit berichtet von Veränderungen im Verlauf und in den Eigenschaften der Wasserrinnen in vergangenen Tagen. Es erzählt von verschwundenen Stromschnellen und neu entstandenen Wasserfällen, von der Vereinigung einst getrennter Stromsysteme, und von der Trennung von Flüssen, die früher eine gemeinsame Bahn zogen. Schranken fielen und erhoben sich, und auf diese Wechselfälle in der Stromgeschichte antwortete die Bewohnerschaft der Flüsse mit siegreichem Vormarsch, Stillstand und Rückzug, mit Einschränkung und Ausdehnung.

Kein Faktor übertrifft den historischen an Bedeutung für die Verteilung und Gruppierung der Stromfauna. Ihm mag sich an Wirkung ebenbürtig an die Seite stellen der örtliche Einfluss, des Wohnorts Gunst und Ungunst, die Lebewesen je nach ihren Ansprüchen an die Aussenwelt zulässt oder ausschliesst und so Lokalfaunen fügt oder zertrümmert.

Bis vor kurzer Frist fehlte der Wissenschaft die Schilderung der Lebewelt eines Stroms von der Quelle bis zur Mündung; es gebrach an der biologischen Darstellung eines Flusses in weitgefasstem Sinn. Diese Lücke ist von berufenster Seite geschlossen worden. *R. Lauterborn* schenkte uns in jüngster Zeit die Schilderung der Fauna und Flora des Rheinstroms von den Hochalpen Graubündens bis zur Nordsee. Er rückte die Organismenwelt des heutigen Rheins in das doppelte Licht der Geschichte und der Oekologie. [1])

---

[1]) *Lauterborn, R.* Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. Sitzungsber. der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. Biologische Wissenschaften. Jahrg. 1916, 1917, 1918.

Lauterborns Schrift verdankt auch der vorliegende Aufsatz reichste Anregung und mannigfaltigen Inhalt.

Die Bedeutung eines Stroms als Wanderstrasse und Verbreitungsweg von heute und von einst erhellt klar bei der Betrachtung des Rheins. Seine Bahn, die vom Tomasee am Badus bis nach Hoek van Holland 1236 Kilometer misst, schloss sich im Verlauf einer verhältnismässig jungen geologischen Vergangenheit aus Flussstrecken zusammen, die früher getrennt waren und ihr Wasser nach verschiedenen Meeren ergossen. Sie wird ferner vom Tiefland Hollands bis hinauf zu den Schweizer Bergen den allerverschiedensten Forderungen gerecht, die ein Tier an Unterkunft und Lebensführung im fliessenden Wasser stellen kann. Zu den Vorzügen historischer und oekologischer Art gesellt sich die Erwägung, dass mancherlei Untersuchungen über Charakter und Ursprung der Rheinfauna in den letzten Jahren Auskunft gegeben haben.

Leider allerdings bedeutet das Bestreben, die Geschichte des Rheinstroms und die Geschichte seiner Organismenwelt vergleichend zu betrachten, einen Versuch in elfter Stunde. Der Strom, der Basel durchflutet, folgt heute zum guten Teil nicht mehr den von Natur gegebenen Gesetzen. Sein Lauf und seine Stärke wird ihm vom Menschen vorgeschrieben. Menschlicher Eigennutz vernichtet die Verbreitungsschranken der Flussengen und Wasserfälle und legt mit Stauwehren und mit Schleusen neue tiergeographische Grenzen in den Strom. Das reich verästelte Aderwerk sich treffender und trennender Rinnsale, aus dem mit üppigen Auenwäldern bedeckte Inseln aufsteigen, weicht den eingedämmten, mit der Richtschnur gerade gezogenen Stromstrecken. Eilig drängt sich Welle an Welle; die stillen Buchten verschwinden, und die tiefen ruhigen Altwasser, durch deren durchsichtiges Wasser der wallende Pflanzenteppich grünlich schimmert, versanden. Damit verliert der Fisch seine Laichstätte, die niedere Tierwelt einen geschützten Zufluchtsort mit günstigsten Lebensbedingungen. Die Abfälle volksreicher Städte und riesenhafter Fabriksbetriebe trüben und vergiften stundenweit die einst so klare Flut des Stroms.

Mit der Veränderung des Stromwegs und der Verletzung der natürlichen Lebensverhältnisse aber ist auch die Wirkung der natürlichen Lebensgesetze gestört worden. In schreckhafter Eile hat sich im Lauf kurzer Jahrzehnte die Rheinfauna nach Verbreitung, Zusammensetzung und Lebensgewohnheit verändert. Eine Schilderung der heutigen Tierwelt bedeutet wenig mehr, als ein Nachruf zu den Verhältnissen von gestern. Sie mag als pietätvolle Pflicht gelten.

Dass die rastlose Woge des Hochrheins[2]) und Oberrheins eine unerschöpfliche Flut passiv treibender Lebewesen zutal trägt, lehrt jeder Zug mit dem feinmaschigen Seidennetz mitten in der Stadt Basel, oder weiter unten bei der Hüninger Schiffbrücke. Beträchtliche Individuenmengen allerdings zeichnen die unfreiwillig wandernde Gesellschaft kaum aus; doch ist die Zusammensetzung dieses vom Strom getragenen Pseudoplanktons bunt und mannigfaltig. Würmer und Wasserschnecken, mikroskopische Rädertierchen, Urtiere und niedere Krebse der Flussohle und der Ufersteine machen die Treibfahrt mit und verbreiten sich, von Ort zu Ort gerissen, allmählich über weite Stromstrecken. Zu ihnen gesellen sich Milben und Mückenlarven aus dem Sandgrund des Stroms und aus dem Pflanzengewirr seiner stillen Buchten und Hydren, die auf Stengeln sassen und untergetauchten Blättern. Mit den Tieren mischen sich ihre Keime und Eier, sowie pflanzliche Organismen, Algen und Pilze, und mit dem lebenden Material flutet talwärts eine Fülle toter Stoffe, feinster anorganischer und organischer Detritus, Sand, Splitter und Trümmer und nicht zuletzt die sich allmählich auflösenden Abfälle aus dem Haushalte des Menschen.

Es liegt auf der Hand, dass die vom Rhein mitgetragene Tierwelt an Menge zur Zeit des Hochwassers anschwillt. Im Frühjahr und Vorsommer, wenn die Schneeschmelze auf den Bergen einsetzt, steigt die Woge und wächst zugleich die Zahl der verschwemmten Organismen. Dann wird der lebende Strom kräftiger, und seine Wirkung reicht weiter. Es mag dem einen oder andern der fortgespülten Geschöpfe gelingen, weiter unten in der Stromader an günstiger Stelle eine neue Heimat zu finden und so den Wohnbezirk der Art meerwärts zu dehnen.

Sogar Festlandtiere sind von der passiven Reise nicht ausgeschlossen. Die Schnecke der feuchten Gebirgswälder der Westalpen, der Zentralschweiz und des Kettenjuras, Tachea sylvatica Drp., folgt dem Strom weit hinaus in die oberrheinische Tiefebene. Ihre letzten zersprengten Kolonien stehen in kleinen angeschwemmten Beständen am Flussufer in dichtschattigen Auenwäldern bei Kleinkems, Strassburg und Worms. Am Hochrhein dagegen, zwischen dem Rheinfall und Basel, bewohnt die Schnecke weithin die Wälder

---

[2]) *Lauterborn* gliedert den Rhein in folgende biologisch und geographisch begrenzte Strecken: I. Alpenrhein von der Quelle bis zum Bodensee, 164 km; II. Bodensee mit Seerhein, 76 km; III. Hochrhein vom Bodensee bis Basel, 141 km; IV. Oberrhein von Basel bis Bingen, 362 km; V. Mittelrhein von Bingen bis Bonn, 124 km; VI. Niederrhein von Bonn bis zur Mündung, 369 km. Diesen Vorschlägen schliesst sich der vorliegende Aufsatz an.

mit kalkreichem Untergrund. Die ungestüme Welle mag sie von dort bei hohem Wasserstand nach ihren isolierten Wohnorten am Oberrhein getragen haben. Ähnlich dürfte die zentralalpine Fruticicola villosa Studer ihre von der ursprünglichen Heimat weit abliegenden Posten bei Ludwigshafen als passiv verschleppte Stromfracht erreicht haben. *Lauterborn* allerdings gibt dem Gastropoden uraltes Heimatrecht am Oberrhein. Er betrachtet die Schnecke als ein präglaciales Relikt, das die unwirtliche Zeit der Vergletscherung auf der milden, eisfreien Oase der oberrheinischen Tiefebene überdauerte und heute dort noch die Auenwälder in volksreichen Kolonien weitverbreitet bewohnt.

Vor allem aber beschwimmen die Planktonorganismen der Alpenrandseen unfreiwillig die Rheinstrasse. Die Wasserbecken des nördlichen Gebirgsfuss bilden eine Zeugungsstätte für ungezählte freischwebende Lebewesen, und aus diesen nie erschöpften Behältern führen Limmat und Reuss, Aare und Rhein einen belebten Strom, der auch im Brackwasser der Rheinmündung nicht ganz versiegt. Er ergiesst sich zur Zeit des Hochwassers über die Ufer in die Altrheine und toten Flussarme der elsässischen und badischen Niederung und bevölkert diese stillen, im Weidenschatten versteckten Gewässer mit den Krebstierchen des Vierwaldstättersees und des Züricher Sees, während wenige hundert Meter von der Strombrüstung entfernt, in den Weihern und Quellen der Grienterrassen von Neudorf und Michelfelden, eine fremdartige Tierwelt, die dem Westen und Osten Europas entstammt und auf langsamer, mühseliger Reise an den Rhein gelangt ist, ihr Leben fristet. In diese Fauna schieben sich, wie ein schmaler keilförmiger Streifen, der Oberrhein und seine Altwasser mit einer andern ortsfremden Lebewelt, mit den Planktonkrebsen und Schwebealgen der tiefen und kühlen Seebecken des Alpenrands ein.

Es ist erstaunlich, in welchem Masse die zarten Planktonwesen der ruhenden Seen der Wucht des bewegten Stromes zu trotzen vermögen. Weder der donnernde Rheinfall bei Neuhausen noch die Gischt der Felsenenge bei Laufenburg bringen diesen unermüdlichen Schwimmern und Schwebern Untergang. Mit dem Rhein entquillt auch dem Bodensee fortwährend ein individuenreicher Strom tierischer und pflanzlicher Schwebewesen. Diese zarten Organismen vollführen mit der schäumenden Wassergischt den gewaltigen Sprung über den zwanzig Meter hohen Jurafels bei Neuhausen, und das Wagnis gelingt den meisten, ohne dass sie Schiffbruch erleiden. Unmittelbar unterhalb des Falls schweben im Rhein in grossen Mengen die Planktonten des Bodensees, kleine durchsichtige Krebse und panzertragende Rädertierchen, Flagellaten

und vor allem typische Diatomeen. Selbst das den Untersee kennzeichnende Infusor Stentor niger übersteht den kühnen Sturz zur Tiefe unversehrt. Erst der Anprall auf die weiter unten aus dem stürmisch bewegten Strom aufragenden Felsklippen bringt der Mehrzahl der Bodenseeplanktonten den sicheren Untergang. Doch trotzen wenigstens die sonst so zerbrechlichen Kieselalgen der neuen Gefahr; viele aus der grossen Zahl mögen scheitern, manchen aber gelingt es, ungefährdet von Fels und Welle die Rheinfahrt talabwärts fortzusetzen. Der bewegte Strom, in dessen Flut Sandkörner und feinste Schlammteilchen treiben, hält unter den Ankömmlingen aus den ruhigen und klaren Seen scharfe Auslese. Schon bei Basel setzt sich das Rheinplankton in recht konstanter Weise nur noch aus widerstandsfähigen, besonders gepanzerten Formen zusammen.

Doch wagen hin und wieder sogar höhere Organismen mit fast rätselhaftem Erfolg die gefahrvolle Fahrt über Wassersturz und Strudel. Fische, die sonst nur die stillen Seebecken bewohnen, gehen etwa im Hochrhein und Oberrhein an die Angel. Schon der Strassburger Fischer *Baldner*, der zur Zeit des dreissigjährigen Kriegs seine durch Zuverlässigkeit ausgezeichneten und warme Naturliebe verratenden Beobachtungen niederschrieb, weiss von seltenen Fängen von Bodenseefelchen und von Welsen im elsässischen Rhein zu berichten.[3]) Und seither sind solche Vorkommnisse von echten Süsswasserseefischen im Rheinstrom unterhalb des Falls wiederholt gemeldet worden. Auf dem Basler Fischmarkt erscheinen zur grossen Seltenheit kleine Felchen, die dem Fluss entstammen sollen. Im November 1876 wurde ein 27 Centimeter langes Exemplar bei Istein gefangen. *F. Miescher* demonstrierte 1842 vor der Basler Naturforschenden Gesellschaft einen Wels, der mitten in der Stadt erbeutet wurde; *v. Siebold* kennt Welsfänge aus der Gegend von Breisach, *Leuthner* von Säkingen und *Laufenburg*. Der Fisch lebt im schweizerischen Rheingebiet nur an zwei Orten, im Bodensee und Untersee und auf dem Schlammgrund des Murten- und Bielersees und der träge fliessenden, diese Becken verbindenden Kanäle. Eine lange und an Wechselfällen reiche Flussreise allein konnte ihn in unsere Stadt und ihre Umgebung geführt haben.

Besonders geeignet zu passiver Verbreitungsfahrt im Strom sind die pflanzlichen Organismen, festumhüllte Planktonalgen und mit Chromatophoren ausgerüstete Flagellaten. Während die Tiere zum willenlosen Spielzeug der Wellen werden und kaum imstande sind, die zu ihrem Unterhalt nötige feste Nahrung in genügender

[3]) Der Text von *Leonhard Baldners* Vogel-, Fisch- und Tierbuch (1666) wurde im Jahr 1903 von *R. Lauterborn* veröffentlicht. (Druck und Verlag der Hofbuchdruckerei August Lauterborn, Ludwigshafen am Rhein.)

Menge zu erwerben, stellen die chlorophyllführenden Pflanzen während der Stromreise ihre assimilierende Arbeit nicht ein und vermögen daher, reichlich ernährt, auch im fliessenden Wasser üppig zu gedeihen.

So erklärt sich das Übergewicht an Menge und Mannigfaltigkeit, das den Pflanzen im Rheinplankton zukommt. Von den Tieren setzen sich die grösseren, panzerlosen den meisten Gefahren aus; nur kleinere, harthäutige Arten, gepanzerte Rädertierchen, niedere Krebse und ihre Larven, vermögen in der Schwebewelt des Stroms einen bescheidenen Einfluss zu gewinnen.

Pflanzliche Organismen werden daher auch zu Leit- und Charakterformen der im Rhein treibenden Flora und Fauna. Sie weisen zudem mit überraschender Deutlichkeit auf die verschiedenen Quellen und Flussläufe hin, aus denen der Strom zusammenfliesst und werden zu beredten Zeugen für den vielfältigen Ursprung des Rheinwassers. Manche dieser im Plankton heute an leitender Stelle stehenden Pflanzen haben ihr Bürgerrecht im Rhein erst in neuester Zeit erworben.

Im Jahre 1896, so berichten *Schröter* und *Lauterborn*, traten die Kieselsterne der Diatomee Tabellaria fenestrata asterionelloides zum ersten Mal im Plankton des Zürichsees auf. Bald erschien die Alge in so ungeheuren Massen, dass sie als brauner Schleim die Netze der Fischer erfüllte, die Filter der Züricher Wasserleitungen verstopfte und unter den Fischen schlimme Verheerungen anrichtete. Die Pflanze fehlt heute noch dem Bodensee und dem Rhein und seinen Tributärgewässern oberhalb der Aaremündung vollständig. Sie begleitet indessen den Strom von Waldshut abwärts bis zu seiner weitentlegenen Mündung und erfüllt das rasch strömende Flusswasser vom ersten Frühjahr bis im späten Herbst in gewaltigen Mengen. Im Jahre 1896 erschien Tabellaria bei Ludwigshafen; 1901 überflutet sie den Rhein in Holland bei Rotterdam und Dortrecht, und heute bevölkert sie das Brackwasser und die salzige Nordsee an der Rheinmündung, ein stets erneuter, lebendiger Gruss der Alpengewässer an den fernen Ozean.

Ähnliches wie für die Kieselalge Tabellaria gilt für Oscillatoria rubescens, den Organismus, der im Murtensee in massenhaftem Auftreten die unter dem Namen Burgunderblut bekannt gewordene, rötlich schimmernde Wasserblüte erzeugt. Bis im Jahre 1898 gehörte die Alge der Planktonflora des Zürichsees nicht an. Dann erschien sie unvermittelt in gewaltiger Massenentfaltung, verdrängte die tierischen Schwebewesen und schädigte Fischerei und Wasserversorgung. Schon im April desselben Jahres hatten Limmat und Aare die Oscillatorie dem Rhein zugeführt; seitdem

hat die Pflanze in dem grossen Strom volles Heimatrecht erworben. Sie beherrscht die treibende und schwebende Organismenwelt, im Gegensatz zu Tabellaria, besonders zur kühlen Jahreszeit weit hinab bis in die deutschen und holländischen Niederungen. Im Winter entfaltet sie sich auch im Zürichsee zur grössten Blüte. Demselben Wasserbecken entstammt seit dem Jahr 1905 eine weitere Leitform des Rheinplanktons, die Alge Melosira islandica var. helvetica.

Der Zürichsee spielt somit gegenüber dem Rhein die Rolle eines unerschöpflichen Erzeugers und Spenders von Plankton. Dass auch der Bodensee ähnliche biologische Bedeutung besitzt, fand bereits seine Erwähnung. Er liefert dem Strom in freigebiger Fülle typische Vertreter der Diatomeengattung Cyclotella (C. bodanica, S. melosiroides und C. socialis), die im Zürichsee nicht zuhause sind. Während aber die Sendboten von Zürich mit dem Rheinwasser das ferne Meer erreichen, erweisen sich die Cyclotellen des Bodensees als weniger ausdauernd. Sie verschwinden aus dem Plankton schon im Mittelrhein auf der Strecke Bingen-Bonn. Wenn übrigens die vorläufigen Resultate von Netzzügen nicht täuschen, trägt der Rhein an den Fenstern der Zoologischen Anstalt in Basel auch die Sendlinge der Seen des weiteren Aaregebiets vorbei, von Brienz und von Thun und vom Jurafuss aus den Becken von Neuenburg und Biel. Im Rhein lässt sich vielleicht genau der Planktontribut erkennen, den die einzelnen Seen und Flüsse seines weiten Quellgebiets dem grossen Strom entrichten.[4])

Die Schwebewelt des Oberrheins bei seinem Eintritt in die Tiefebene fügt sich also fast ausschliesslich aus Seeformen zusammen. Unter ihnen drängen sich an erste Stelle die Diatomeen. Schon in der Basler Gegend mischt das fliessende Wasser die Planktonkomponenten verschiedenen örtlichen Ursprungs zu einer einheitlichen Menge, und diese Gesellschaft mannigfaltiger tierischer und pflanzlicher Lebewesen gleitet, an den Ufern und in der Strommitte annähernd gleichmässig verteilt, weit hinaus in das Flachland.

All' diese reiche und vielgestaltige Tier- und Pflanzenwelt vermöchte sich indessen im wogenden Strom kaum ungefährdet zu halten. Die eiligen Fluten würden ihr zum Grab, wenn sich den treibenden Geschöpfen nicht sichere Zufluchtsorte und fruchtbare Erneuerungsstätten öffnen würden.

Rasch flutet der Rhein durch die langgestreckte Tiefebene von Basel bis Mainz. Seine Strömungsgeschwindigkeit beträgt bei mittlerem Wasserstand bei Basel etwa 4 m in der Sekunde, bei

---

[4]) Siehe auch: *Lauterborn, R.*, Die Vegetation des Oberrheins. Verhandlungen Naturhist.-Mediz. Verein Heidelberg, N. F. X. Bd. 1910.

Strassburg 3,1 m, bei Lauterburg 2,2 m, bei Mannheim 1,1 m. Die Flussrinne führt im Mittel ca. 1250 m³ in der Sekunde talwärts; die Menge steigt bei Hochwasser auf 5000—6000 m³ und sinkt bei ganz niederem Pegel auf 450 m³. Die Kraft des Wasserstosses tönt aus der Tiefe in dem rollenden Geräusch des stets bewegten sich schlagenden und reibenden Flussgeschiebs.

Trotz dieser Ungunst der äusseren Bedingungen verarmt das Plankton auf der 321 Kilometer langen Rheinstrecke Basel-Mainz wenigstens an Arten nicht. Im Gegenteil; nicht selten lässt sich eine Zunahme des Formenreichtums erkennen. Im August 1906 stieg die Artenzahl der Planktonten von Basel bis Mainz von 24 auf 36, im Juli 1907 von 14 auf 31. Zu den Gestalten, die weither aus den Voralpenseen passiv auf dem Gefährt der Woge zuwanderten, gesellen sich neue, der nächsten Stromumgebung enstammende Erscheinungen. Das Plankton bereichert und verjüngt sich zugleich.

Orte der Planktonerzeugung und Planktonverjüngung bilden stille Buchten des Stroms und durch Wehre geschützte Hafenbecken. Vor allem aber kommt die freischwebende Welt zu Ruhe und ungestörter Entfaltung in den Altrheinen, den durch die Hand des Menschen oder durch die Laune des sich ändernden Flusslaufs abgeschnittenen Stromschlingen, die hinter den Uferdämmen im Versteck dicht verwachsener Auenwälder stagnierend liegen. Solchen einsamen Gewässern haftet ein Hauch unberührter Ursprünglichkeit an. Bald breiten sie sich zu seeartigen Spiegeln; dann fliessen sie wieder geräuschlos, wie klare und kühle Waldwasser, über den mit flutenden Wasserpflanzen bedeckten Grund, oder bilden schilfumkränzte Sümpfe und untiefe Rinnen und Gräben, um die metallfarbene Libellen schwirren.

Jedes Hochwasser des Rheins aber schwemmt eine Fülle treibender Tiere und Pflanzen in die alten Flussarme, und der sinkende Strom entführt den Altrheinen wieder die Planktonmengen, die sich inzwischen vervielfacht und um ortständige Formen bereichert haben und übergibt diese schwimmende Fracht der offenen Flussrinne zum Weitertransport hinaus in die Ebene und bis in die See.

In den Buchten und den nach dem Hauptstrom geöffneten Altrheinen entfaltet sich während der guten Jahreszeit das Plankton nach Menge und Mischung zu voller Blüte. Tabellarien und Oscillatorien wuchern üppig, wie in den Seen des schweizerischen Bergvorlands. Mit den pflanzlichen Schwebern mischen sich die tierischen Schwimmer aus den Wasserbecken des Alpenfusses, Diaptomus gracilis, Cyclops strenuus und die Bosminen. Mancher Vertreter der niederen Krebse dürfte, von der eiligen

Welle entführt, auf ungewollter Rheinfahrt aus dem Herzen der Schweiz die Stromebene unterhalb Basel erreicht haben. In dem stillen Wasser hinter den Flussdämmen bot sich den passiven Zuwanderern eine zweite Heimat, während ihnen die Gewässer der benachbarten Gebirge, des Juras, des Schwarzwaldes, der Vogesen verschlossen blieben. Diese ganze fremde Gesellschaft durchsetzt reichlich das Plankton des warmen Tieflands mit seinen Algen, Infusorien, Flagellaten, Rädertierchen und freischwimmenden Muschellarven.

Das Plankton des Rheins entstammt zum grössten Teil den kühlen und tiefen Voralpenseen. Es findet in ruhigen Stromwinkeln, Hafenbecken und nach dem Strom offenstehenden toten Armen eine Stätte der Zuflucht und der Bereicherung an Individuen und an Formen. Den seichten und lauen Gewässern des angrenzenden flachen Landes und den vom Hauptstrom vollkommen abgeschnittenen Altrheinen fehlen die den flutenden Strom kennzeichnenden Planktonten, deren Herkunft nach dem Hochgebirge und deren Verbreitung nicht selten auch nach dem Norden weist. Je reicher sich aber das den Strom begleitende Netzwerk alter Flusswindungen schlingt, desto grössere Planktonmengen ergiessen sich auch aus den Zeugungsstätten in den Rhein. Der Neckar führt kein Potamoplankton. Ihm mangelt es an den Quellseen, die freischwimmende Organismen erzeugen, und an den Altwassern, die die treibende Organismenwelt durch neuen Nachschub verjüngen könnten.

Der Gang der Jahreszeiten verändert Zusammensetzung und Menge des Planktons in den Alpenrandseen. Er ersetzt die Tabellarien durch die Oscillatorien und bestimmt den regelmässigen Zyklus im Auftreten von Crustaceen und Rotatorien; er trocknet die Altrheine aus oder überspannt sie mit der winterlichen Eiskruste, und dann löst er die harte Decke wieder und lässt Wasser hervorquellen, so dass die abgeschnittenen Flussarme von Neuem ihre biologische Aufgabe erfüllen können als Zeuger und Behälter freischwimmender Lebewesen. Mit all diesem Wechsel gewinnt die Folge von Sommer und Winter Einfluss auf den Bestand des Rheinplanktons, auf seine Mischung, auf seinen Reichtum und seine Armut. Zur kalten Zeit versiegen besonders die Planktonquellen, die sonst aus den Altrheinen dem offenen Strom so verschwenderisch zufliessen.

Durch die stark ausgesprochene Beimengung alpiner Bestandteile sorgt das Plankton mit dafür, dass dem Oberrhein in seiner Lebewelt der Anschein eines Alpengewässers in weitem Masse gewahrt bleibe. Auch die Ufer- und Grundformen des Stromes, vor allem die Insektenbevölkerung, tragen noch in der Tiefebene unterhalb Basel das Gepräge, das sie am Hochrhein auszeichnete. In

den Fluten des Oberrheins gedeihen die Algen des raschfliessenden Bergwassers; die Kaltwasserfische Forelle, Aesche und Lachs finden in ihnen günstige Laichstellen, und am Ufer wachsen die Pflanzen, die sonst die Alpenflüsse begleiten. *Lauterborn* fasst dieses eigentümliche Verhältnis in die treffenden Worte: „Obwohl der Oberrhein in mehr als 300 Kilometer langem Laufe eine weite Tiefebene durchfliesst, ist er biologisch durchaus kein ausgesprochener Tieflandstrom, sondern hat in Flora und Fauna noch vielfach den Charakter eines Gebirgswassers bewahrt.“ Damit bildet sich auch zwischen der Organismenwelt des Oberrheins und derjenigen seiner nächsten Umgebung ein auffallender Gegensatz heraus. Während der Strom Lebewesen von alpinem und nordischem Anstrich Herberge bietet, drängen sich gegen seine Ufer Tiere und Pflanzen wärmerer Klimate, Zuwanderer aus dem mediterranen Süden, aus dem milden Westen und aus den sarmatischen Steppen Osteuropas.

So giesst der strömende Rhein ohne Unterlass befruchtende Tierwellen von den Alpen zum tiegelegenen Flachland. Er durchbricht, indem er die Lebewesen zu passiven Wanderern macht, die Grenzen, die ihrer Verbreitung scheinbar gezogen sind, und gibt Tier und Pflanze Gelegenheit zu weit entlegener Ansiedlung an ökologisch vorteilhaftem Ort. Zuletzt wird der Strom zum Boten, der dem Meer in Form von Organismen der Alpenseen den Tribut des mitteleuropäischen Hochgebirgs entrichtet.

Der passiv zutal treibenden Organismenflut schwimmt in aktiver Arbeit, und oft genug in ungeheurer Anstrengung alle Hindernisse besiegend, ein ununterbrochener Tierstrom entgegen vom Meer zum Berg. Ihn lässt das jeder Tierart innewohnende Bestreben entspringen, den Wohnraum zu dehnen, und ihn erzeugt vor allem der mächtigste aller Triebe: die zwingende Notwendigkeit der Fortpflanzung unter der Species möglichst zusagenden Verhältnissen. Das rauhe und arme Hochgebirge und das Flachland vermag der fernen Salzflut verhältnismässig nur wenig bedeutsame Gaben zu senden; es empfängt dagegen vom reichen Ozean eine Fülle kostbarer Geschenke. Damit wird der bergwärts gerichtete lebende Strom für Tierverteilung und Tierleben viel wichtiger, als die talwärts rinnenden Planktonflüsse.

Manche der auf der Rheinstrasse zu Berg ziehenden Wanderer sind nach Erscheinung und Wandergewohnheit unauffällig; sie bleiben dem Auge des Laien verborgen. Andere streben in regelmässiger Zeitfolge stromaufwärts und stellen wertvolle Geschenke des Meers an das Binnenland und an seine Bewohner dar. Ihr Fang setzt hunderte von Händen in Bewegung, und die Gesetzmässigkeit und Wucht ihres Zugs, die Seltsamkeit ihrer Lebens-

weise gibt der Wissenschaft schwer zu lösende Rätsel auf. Andere endlich der Bergwanderer erscheinen als seltene Irrgäste im Oberlauf des Stroms, und da sie durch Grösse und Gestalt auffallen, berichten von ihnen die Chroniken aus alter Zeit, und der Kenner der lokalen Tierwelt verzeichnet diese Kuriositäten mit besonderer Sorgfalt in seinen Listen.

Zur grossen Seltenheit wandert der Stör von der Rheinmündung bis in die Gegend von Basel. Gewöhnlich findet seine Fahrt schon im Unterrhein oder Mittelrhein ein frühzeitiges Ende.

Der mächtige Bewohner der Strommündungen des atlantischen Ozeans, der Nord- und Ostsee und des Mittelmeers verlässt in den Frühlingsmonaten April bis Juni seine Meerheimat, um im Mittellauf der Flüsse zu laichen. Die heranwachsenden Jungstöre kehren wieder in das Salzwasser zurück.

In nahezu drei Jahrhunderten zeigte sich der Fisch nur sieben- oder achtmal in den Basler Gewässern. Den letzten Fang des seltenen Gastes erwähnt, nach *F. Leuthner*,[5]) *Peter Merian* aus dem Jahr 1854. Er betraf ein über zwei Meter langes Exemplar, das den Rheinfelder Fischern zur Beute fiel und in Basel öffentlich zur Schau gestellt wurde. In der Zeitspanne von 1600 bis 1687 kennt *Baldner* für seine Vaterstadt Strassburg und ihre Umgebung mehr als ein Dutzend Störfänge, und noch im Jahr 1875 wurde in Mannheim ein 80 Kilogramm schwerer Stör erbeutet.

Noch seltener als der kräftige Schwimmer Stör erreicht das meterlange Meerneunauge auf seiner Rheinfahrt Basel. Es saugt sich im Frühjahr an den aktiven Wanderern Lachs und Maifisch fest und gelangt so als passive Bürde im Neckar gelegentlich bis nach Heilbronn, im Rhein bis in unsere Gegend. *Fatio* kennt in der „Faune des Vertébrés de la Suisse“ einen einzigen verbürgten Fall, in dem der seltsame Halbfisch in den Schweizer Rhein gelangte. Es handelt sich um ein im Jahr 1827 bei Rheinfelden gefangenes Tier, das für Geld im Land herum gezeigt wurde. Am 13. Juni 1902 wurde ein 90 Centimeter langes und ein Kilogramm schweres Exemplar des Meerneunauges aus dem Altrhein bei Otterstadt nördlich von Speyer gezogen.

Wie eine Bonner Chronik berichtet, verbreitete im Jahr 1680 ein Meerungeheuer, das den Rhein hinaufzog, an den Ufern des Stroms Schrecken und Bestürzung. Das riesige Tier schwamm an Köln, Bonn, Bingen, Mannheim und Strassburg vorbei, 900 Kilometer stromaufwärts, bis in die Gegend von Basel; es wurde auf

[5]) *Leuthner, F.,* Die mittelrheinische Fischfauna, Basel, H. Georgs Verlag, 1877.

der Rückkehr zum Meer unterhalb Köln erlegt. Die Zeit des Erscheinens dieser „Meerkuh" im Rhein gibt richtiger ein zeitgenössischer Kupferstich an, der folgende Legende trägt: „Dieses wunderliche Wasserthier ist den Rhein hinauf kommen Anno 1688 im September von Mir und vielen hundert Menschen gesehen worden, die Stadt Cölln und Churfürstl. Residenz Bonn mit grossem Gebrüll und Brausen passieret bis Strasbourg und Basel hinauff gegen den Strom so stark und geschwind als ein Pferd lauffen können geschwommen, ist den 8. April Ao. 1689 beim Dorf Stammel eine gute uhr unter Cölln auf einer höchten im Rhein Todt gefunden, hat 3 Schuss gehabt, einen im Kopf, 2 auf der Rechten seithen, ist daselbst von mir gemessen, gezeignet, gemahlet und in diess Kupffer geprägt worden, seine Länge ist gewesen 14 Werk-Schu. Herman Herinn quiter fecit."

Ein späterer Heidelberger Chronist schreibt im Jahr 1733: „Um diese Zeit (1688) liesse sich im Rhein zu jedermanns Verwunderung und Entsetzen ein erschreckliches Meerwunder sehen. Es war an Grösse und Farbe einem schwartzen Pferd gleich, mit langen Ohren und einem breiten Schweiff, den es ganz auffrecht in der Lufft truge, und hatte darbey einen gar grossen Kopff; etliche hielten es für ein Meer-Pferd, andere aber für ein Monstrum oder Meer-Wunder, welches alles das Unglück, so die Pfaltz und Rhein-Länder betroffen, angedeutet."

Glücklicherweise lässt die erwähnte Abbildung auch über die zoologische Stellung des Meerwunders keinen Zweifel bestehen.

F. Leydig weist, gestützt auf Bild und Beschreibung, die Annahme zurück, es habe sich um ein Walros gehandelt. Vielmehr war der seltene Irrgast ein Walfisch aus der Gruppe der Delphine, und höchst wahrscheinlich ein Schwertwal oder Butskopf, dessen Heimat in den Nordmeeren liegt, und den wohl die Verfolgung irgend einer Beute zu seiner unzeitgemässen und verhängnisvollen Rheinreise verführte.[6])

Doch das alles sind seltene Ausnahmefälle, Irrfahrten ohne Bedeutung und dauernde Folge für die Verbreitung der Tiere und für ihre Lebensweise. Hohe Wichtigkeit dagegen für Zusammensetzung, Gestaltung und Schicksal der Fauna besitzt der tägliche Tieraustausch, die stete Hin- und Rückwanderung, die sich unter dem regelmässigen Wechselspiel von Flut und Ebbe im Mündungsgebiete des Rheins vollzieht.

---

[6]) *Leydig, F.*, Die „Meerkuh" im Rhein bei Bonn. Verhandlungen d. naturhistor. Vereins d. preuss. Rheinlande Westfalens u. d. Reg.-Bezirks Osnabrück. Jahrg. 43, 1886.

Längst hat das einst so bewegliche Hochlandwasser die Charakterzüge des trägen Tiefenstroms angenommen. In breitem Bett ohne merkliches Gefälle schleicht die Wassermasse; sie holt gemächlich in weiten Windungen aus und spaltet sich endlich in das reich verzweigte Astwerk des mächtigen Deltas. Die einzelnen Arme öffnen sich in breiten, trichterförmigen Aestuarien nach der See, und durch diese offenen Pforten dringt die Salzflut ein in das Süsswasser und tief in das Binnenland. Weit hinauf lässt sich die Gezeitenbewegung spüren. Hier im Brackwasser, in einem Wohnmedium, das chemische und physikalische Unbeständigkeit kennzeichnet, mischen und durchdringen sich zwei zoologische Reiche, die Bewohnerschaft des süssen Flusswassers und der salzigen See. Beide sind bereit, den fremden Bedingungen sich anzupassen und Vorstösse und Wanderungen in neues Gebiet zu wagen.

Noch blühen die Oscillatorien und Tabellarien des Zürichsees zur Massenvegetation auf, und aus dem tierischen Plankton sind die Kruster der kalten und tiefen Voralpengewässer noch nicht ganz verschwunden. Die Bosminen und zum Teil auch ihre Begleiter, die Copepoden der Rheinmündung, rufen noch einmal die Erinnerung an die Seen des Alpenfusses wach und zugleich an den Norden, an Gebiete also, die beide unter der Herrschaft diluvialer Vereisung standen. Doch durchsetzen diesen potamophilen Grundstock in steigender Fülle Brackwassertiere und echte Meerbewohner in dem Masse, als die offene Nordsee näherrückt.

Es stellen sich die Diatomeen des halbsalzigen Wassers ein; in üppigen Kolonien lässt der Brackwasserpolyp Cordylophora seine verzweigten Bäumchen auf Rohrstengeln, Muschelschalen und Pfahlwerk aufsprossen; der Krebs der Mündungsgewässer, Eurytemora, beherrscht in individuenreichen Schwärmen das Plankton, und die Sohle und Böschung des Stroms beleben, unbekümmert um den Salzgehalt des Wassers, anpassungsfähige Weichtiere, die Wandermuschel, Dreissensia, und die Schnecken Lithoglyphus und Vivipara fasciata. Noch deutlicher kündet sich das Meer biologisch an in den weitgedehnten Beständen festsitzender Balaniden und in den Krusten mariner Moostierchen, die die Unterlage flechtenartig überkleiden. In die Tierwelt des Grunds drängt sich eine grosse Zahl salzwasserbewohnender Krebse; Seezungen und Sandaale gesellen sich zu ihnen, und die Säugetiere des Meers, Seehunde und Delphine, dringen bei der Jagd auf Fische nicht allzu selten in die Mündungsarme des Rheins ein. Einzelne wagen sich weit vorwärts auf dem Wege, den 1688 der Schwertwal beschwamm. Seehunde, Phoca vitulina, wurden von Düsseldorf und Bonn gemeldet, ja selbst vom Mittelrhein, und aus dem Rheingau

liegen Nachrichten über ihren vereinzelten Besuch vor. Im Jahre 1885 wurde ein 70 Kilogramm schwerer Delphin bei Emmerich gefangen.

Das brackische Stromdelta bildet auch das geeignete Feld zu einem seltsamen Zusammentreffen von zwei sich sonst fremden Fischfaunen. Vom Meer steigt der küstenbewohnende Hornhecht (Belone) hinauf, der Häring und die lebendig gebärende Aalmutter (Zoarces); sie begegnen in neugierigem Vordringen den Bewohnern von Tümpel und Fluss, Stichling und Kaulbarsch, und sogar den ältesten und reinsten aller Süsswasserfische, den Vertretern der Karpfen, Schwal (Leuciscus) und Laube (Alburnus).

Im Mündungsgebiet des Rheins mit seinem steten und ausgiebigen zeitlichen und örtlichen Wechsel der Lebensbedingungen liegt indessen nicht nur der Bezirk fortwährender Mischung und ununterbrochenen Austauschs zweier Tierwelten. Die reich blühende Fauna jenes Zwischengebiets stellt auch den in Überfülle gedeckten Tisch dar, an dem die Scharen der Wanderfische vor der entbehrungsreichen Stromreise während längerer Zeit stärkende Wegzehrung finden. Das halbsalzige Delta dient endlich manchem ursprünglich im Meer beheimateten Tier als Versuchs- und Anpassungsfeld, als Übergangsstation, von der aus später in geduldigem, langsamem Fortschreiten die gefahrvolle Eroberung des Süsswassers gewagt werden darf.

Dabei bleibt es für das Endergebnis, die Ausbreitung der Species, die Besiedlung neuer Wohngebiete, gleichgiltig, ob die Fahrt in die Ferne mit eigener Kraft aktiv schwimmend unternommen wird, oder ob passiver Transport an die Stelle selbständiger Bewegung tritt. Wanderfische, Flösse und Schiffe dienen den passiv Reisenden als Fahrzeug; sie verschleppen oft in kurzer Frist die blinden Passagiere, die eigener Schwimmleistung unfähig sind, von Ort zu Ort, über weite Strecken, von der Mündung des Stroms bis gegen seine Quelle. Auf solchem Gefährt werden sogar die an die Scholle gebundenen Mollusken, die träge Schnecke und die unbewegliche Muschel, wanderfähig. Sie folgen den Flusstrassen und besiedeln in erstaunlich kurzer Frist, an Handel und Verkehr des Menschen geheftet, neue Gegenden.

Für den Rhein gilt ein wohlbekanntes, klassisches Beispiel passiver Tierverschleppung. Die mächtige Strombahn wurde zum Weg der Wandermuschel, Dreissensia polymorpha, eines Geschöpfs, das nach Bau und Lebensweise seine nächsten Verwandten im Salzwasser, in der Sippe der Miesmuscheln findet. Mit einem Büschel straffer und zäher Byssusfäden verankert sich das Weichtier so fest an Pfählen und Schiffsplanken, dass auch die stärkste

Strömung, der bewegteste Wellenschlag den Zusammenhang zwischen Schale und Holz nicht zu lockern vermag. Besonders häufig kleben sich die Muscheln in grosser Zahl zu umfangreichen, formlosen Klumpen zusammen.

Dreissensia bewohnte bis vor einer kleinen Zeitspanne die Süss- und Brackwässer im Gebiet des Schwarzen und Kaspischen Meers. Die älteren Zoologen kannten die Muschel nur nach den Angaben *Pallas* aus Südrussland, nicht aber als Bewohnerin der mitteleuropäischen Ströme und Seen. Erst zu Anfang des letzten Jahrhunderts, um das Jahr 1820, wie *v. Martens* feststellt, trat das Weichtier seine passive Wanderung an, die zu einer wahren Masseninvasion des europäischen Nordens und Westens auswuchs und das Interesse umsomehr herausfordert, als die Etappen des Wegs sich zeitlich genau bestimmen lassen. Als Wanderstrassen dienten der Muschel die Wasserwege des Menschen, als Vehikel seine Fahrzeuge.

An Schiffe und Flösse festgeheftet stiegen die ungebetenen Passagiere durch die pontischen Flüsse auf und erreichten durch das enggesponnene Kanalwerk Russlands die Wasserläufe, die der Ostsee zuströmen. Schon 1824 und 1825 besiedeln die Wandermuscheln, gemäss dem Bericht *C. E. v. Bärs,* in unermesslichen Mengen das Frische und das Kurische Haff; bald stehen sie in der Havel bei Potsdam und in den benachbarten Seen. Damit öffnet sich den rastlosen und doch so unbeweglichen Wanderern das Elbegebiet bis nach Magdeburg und Halle und weiter das Flussystem der Weser.

Auch vor der Querung des Meers schreckt Dreissensia nicht zurück. Sie erscheint, dank dem regen Schiffverkehr, schon 1824 in den Londoner Docks. Heute hat sie sich eine grosse Zahl von Flüssen Englands und Schottlands erobert. Zwei Jahre später ergreift die Muschel Besitz vom Rheindelta, und dieser neue Stützpunkt dient ihr als Ausgangsstation zur Wanderung über Holland, Belgien und Nordfrankreich bis nach Paris. Das Seine- und Loiregebiet wird überflutet.

Die Verschleppung der Wandermuschel über die See, nach den Rheinmündungen und nach England, mag sich übrigens eher im Innern des Schiffs, etwa an verfrachtetes Schiffsbauholz festgeheftet, als im Meerwasser, an die Aussenwand des Fahrzeugs angeklebt, vollzogen haben.

Im Jahre 1826 tritt Dreissensia ihren Aufstieg im Rhein an. Ein Jahrzehnt später schon wurde die Muschel, an einem holländischen Frachtkahn verankert, bei Mannheim aufgefunden. Wieder verstrichen etwas mehr als dreissig Jahre, bis *Peter Merian* das

Tier aus dem Kanal bei Grosshüningen melden konnte. Vierzig Jahre genügten also, um den Wanderer den Rhein von seinem Delta bis nach Basel durchmessen zu lassen, und die aufblühende Schiffahrt wird Dreissensia hoffentlich recht bald auch den in Ausführung begriffenen Hafen unserer Stadt erschliessen.[7]) Einstweilen lebt das Weichtier in ungeheuren Mengen im Brackwasser des Mündungsdeltas und in den stillen, süssen Altwassern des Mittelrheins und Oberrheins. Es hat im Neckar Vorstösse bis gegen Heilbronn unternommen und hat sich viel erfolgreicher den Main unterworfen. Aus diesem Fluss führte die Wanderung durch den Main-Donaukanal und die Schleusen von Erlangen nach Regensburg, wo die Gegenwart von Dreissensia im Jahre 1868 festgestellt wurde. Seitdem wanderte die Muschel in der Donau stromabwärts bis nach Vilshofen. Der absteigenden Schar aber drängt, etwa seit 1824, aus dem Gebiet des schwarzen Meers, getragen von den grossen Donauschiffen, ein aufsteigendes Muschelheer entgegen, dem die Fahrt bis nach Budapest geglückt ist.

Passiver Transport dürfte übrigens nicht einzig die rasche Ausbreitung der Wandermuschel vermitteln, denn seit den Beobachtungen *Korschelts* wissen wir, dass Dreissensia, ähnlich wie ihre marinen Stammesgenossen, aus einer freischwimmenden Wimperlarve hervorgeht. Dieses bewegliche Jugendstadium eignet sich wohl, die Art von Ort zu Ort, von Schiff zu Schiff sich verbreiten zu lassen, wenn auch sein Schwimmvermögen kein weittragendes ist.

Der getreue Begleiter und Weggenosse der Wandermuschel ist die Schlammschnecke Lithoglyphus naticoides. Auch sie entstammt dem sarmatischen Osten und hat, wie die Muschel, in erstaunlich kurzer Frist Westeuropa überflutet. Wie die Muschel, so fand auch die Schnecke im halbsalzigen Wasser der Rheinmündung einen Anpassungsort und eine Übergangsstation, und im fliessenden Rhein und seinen Kanälen einen Wanderweg nach Süden bis an die Schweizergrenze.

Die Wanderdaten des ursprünglich im Südosten Europas, in der untersten Donau beheimateten Vorderkiemers hat für den Rhein

---

[7]) Ein neuester Fund deutet auf die Möglichkeit hin, dass Dreissensia schon jetzt das Vordringen bis in das Aaregebiet, südlich des Juras, geglückt sei. Herr Dr. *F. Leuthardt* in Liestal verdanke ich sehr angelegentlich die Mitteilung, dass ihm eine Schale der Wandermuschel aus dem Kanal des Kraftwerks von Ruppoldingen bei Aarburg übergeben worden sei. Es wird von grossem Interesse sein, das Vorkommen von Dreissensia in der Aare wirklich festzustellen und zu zeigen, auf welche Weise das Tier auf den weit nach Süden vorgeschobenen Posten seines Verbreitungsgebiets verschleppt wurde. Aus dem Basler Rhein führt vorläufig kein schiffbarer Weg nach der Aare; an Transport durch den Fluss wird also kaum zu denken sein.

Lauterborn zusammengestellt. Im Jahr 1870 steht die Schnecke bei Rotterdam, 1893 bereits im Rheingau bei Wiesbaden und 1905 hundert Kilometer südlicher bei Speyer im Angelhofer Altrhein, einem toten nach dem Hauptstrom offenen Flussarm, von dem aus eine Ziegelei einen regen Schiffverkehr mit dem Niederrhein unterhält. Wieder drei Jahre später überschreitet Lithoglyphus die pfälzisch-elsässische Grenze. Vor wenigen Jahren endlich entdeckte *Bollinger* die Schnecke bei Hüningen. Die tiefbeladenen Kohlenkähne, die auf dem Kanal gleiten, mögen dem Tier als Fahrzeug und Verbreitungsmittel dienen. In unserer Gegend steht der Prosobranchier, der die flache Talsohle aufsucht und das Gebirge meidet, einstweilen auf seinen am weitesten nach Westen vorgeschobenen Posten.

Auf ähnliche Weise und auf ähnlich gerichteten Wegen, wie Dreissensia und Lithoglyphus, hielt die hübsch gefärbte Flussschwimmschnecke Neritina ihren siegreichen Eroberungszug aus dem Osten Europas nach dem Norden und Westen bis an den Rhein, die Mosel, den Main und den Neckar und bis zu ihren Vorpostenstellungen bei Breisach und Hüningen. Auch Neritina bindet sich ökologisch an langsam fliessende oder stagnierende Tieflandgewässer. Die Kanäle werden vorzüglich ihre Wanderwege, die toten Flussarme und ruhigen Buchten ihre Wohnsitze bilden.

Die passiven Verschleppungsfahrten der drei Mollusken durch Kanäle und Flüsse erhalten ihr besonderes Gepräge durch den Umstand, dass die Wanderungen nicht Eroberungszüge in neues Verbreitungsgebiet darstellen. Sie bedeuten vielmehr die Wiederbesetzung von Räumen, die den direkten Vorfahren der heutigen Wanderer durch die Unbill der Eiszeit entrissen wurden. Denn subfossile Überreste im alten Diluvium bezeugen, dass Dreissensia, Neritina und Lithoglyphus schon vordem die Gewässer bevölkerten, die sie heute in rascher Fahrt von neuem zu gewinnen trachten. Die Ausbreitung der drei Weichtiere durch natürliche und künstliche Wasseradern befindet sich heute noch in vollem Fluss. Sie wird sich weitere Gebiete erobern, wenn auch der Gebirgsstrom Hochrhein mit seiner raschen Strömung der Wanderschaft der Tieflandtiere den Zutritt zum Herzen der Schweiz verwehren sollte.

An der Schweizergrenze bei Basel machen auch einige weitere Sumpfschnecken Halt, die sich von den stagnierenden Gewässern der flachen Niederungen nicht zu trennen vermögen. Als Anmarschlinie benützen sie, mit Neritina und Lithoglyphus, das Rheintal. Der Ausgangspunkt ihrer Wanderung indessen dürfte nicht im Osten, sondern im Westen und Südwesten zu suchen sein. Durch

die Strasse der Mosel mögen die Vertreter der schön gebänderten Gattung Vivipara an den Rhein gelangt sein. V. contecta Millet lebt heute in den Teichen der alten Fischzuchtanstalt unterhalb Hüningen, und ihre Verwandte V. fasciata Müll. steht im Kanal und in der Ill bei Mülhausen und in zersprengten Wanderkolonien im Elsass, am Neckar, bei Mannheim, Heilbronn und Frankfurt. Talwärts des Bingerlochs erhält sie am Rhein volles Heimatrecht. Das Sumpfland im Sundgau unterhalb Basel beherbergt in seinen Teichen und Gräben auch den stattlichen Planorbis corneus L. und nahe bei der Fischzuchtanstalt einen lebenskräftigen Bestand von Bythinia leachii Shepp.[8])

Nicht immer führt der langsame Aufstieg im Rhein für die Wanderer zu endgültiger Besitznahme neuer Wohngebiete. Dem erfolgreichen Vormarsch folgt nicht selten empfindlicher Rückschlag. Eine Fischwanderung, die den Fluss zur zähe festgehaltenen Strasse fortschreitender Verbreitung vom Meer in das Süsswasser wählte, nach einem kräftigen Vorstoss im Mittelalter indessen in der neuern Zeit zum Stillstand kam, mag einen solchen Misserfolg schildern.

Ein so trefflicher Kenner der mitteleuropäischen Fischfauna wie *Th. v. Siebold* meldet, dass die Flunder (Pleuronectes flesus L.), die nächste Verwandte der Scholle, die sich vom Weissen Meer bis zum Mittelmeer verbreitet und besonders in der Nord- und Ostsee häufig ist, im Rhein bei Mainz, in der Mosel bei Metz und Trier, bei Klingenberg im Main gefangen worden sei. Und *Lauterborn* bestätigt in sorgfältiger Zusammenstellung als sehr seltene Vorkommnisse die Erbeutung von Flundern im Rheingebiet. Sie beziehen sich auf die Gegend von Worms; von dort stammt u. a. ein im Jahr 1905 lebend erbeutetes Exemplar des Fischs. Bei Bonn ging die Flunder noch 1870 an die Grundangel, und das Zoologische Institut in Heidelberg besitzt eine Scholle, die im Jahre 1826 dem Neckar entnommen wurde.

Alle diese Beobachtungen decken sich mit der allgemeinen Tatsache, dass die Flundern gerne das Küsten- und Brackwassergebiet aufsuchen. Sie bewohnen die Mündungszone der Ströme und wandern besonders im Norden regelmässig weit in die Flussläufe hinein. In der Themse steigen die Fische nicht selten bis oberhalb London auf; in der Elbe erreichen sie Magdeburg, in der Maas Lüttich, in der Schelde Waterloo.[9])

[8]) *Bollinger, G.*, Zur Gastropodenfauna von Basel und Umgebung. Dissertation Basel, 1909.

[9]) *Lauterborn, R.*, Die Flunder (Pleuronectes flesus L.) im Oberrhein. Allgem. Fischereiztg. 1906. — *Thienemann, A.*, Das Vorkommen der Flunder (Pleuronectes flesus L.) im Main. Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde, Bd. VII, 1912.

Heute trägt ein Flunderfang im Mittellauf oder gar Oberlauf des Rheins den Stempel aussergewöhnlicher Seltenheit. Früher war es anders. Im Jahr 1551 berichtet der Stadtarzt *Albert Loniger* zu Frankfurt, dass Schollen im Main oftmals gefangen wurden. Und der Mitte des 16. Jahrhunderts entstammen Bestimmungen über die Verwendung der im Main und Rhein erbeuteten „Schullen" oder „Platteisen". Darnach waren die vortrefflichen Speisefische in grösseren Mengen an die Kellerei in Aschaffenburg und an die Hofküche in Darmstadt abzuliefern.

Die Einwanderung der Flunder in das obere Rheingebiet hat aus Gründen, die nicht ohne weiteres klar liegen, ein Ende und Ziel gefunden. Veränderungen des Stroms durch Menschenhand können das Scheitern des in früheren Jahrhunderten kräftig einsetzenden Vormarschs wohl nur teilweise erklären. Leider werden wir und unsere Kinder darauf verzichten müssen, den delikaten Fisch von den Basler Rheinbrücken aus zu angeln, und „Sole au gratin à la baloise", als Gegenstück zum Zunftessenlachs, wird unsere Speisekarten in absehbarer Zeit nicht zieren.

Die eigentlichen Sendboten des Meers an das Gebirge sind die Wanderfische, die in zeitlich und örtlich in strenge Gesetze gelegtem Zug regelmässig die Stromstrasse beschwimmen, von der Salzflut zum Berg und vom Fels wieder hinab zum Ozean. Die unverbrüchliche Regelmässigkeit der weitausholenden Reise, ihre elementäre, unbesiegbare Wucht lässt sich nur historisch verstehen. Grosse Vorgänge in der Erdgeschichte müssen den ersten Anstoss zum Auszug gegeben haben, und die ununterbrochene Übung ungezählter Fischgenerationen verlieh dem Wanderphänomen im Laufe der Jahrhunderte festen Umriss. So öffnet und weitet sich der Blick für die Wertung des machtvollen Einflusses, den geologische Geschehnisse auf die Lebensführung der Tierwelt gewinnen. Neben dem erdgeschichtlichen Moment der Vergangenheit aber bestimmt die Fahrten der Wanderfische ein heute noch in jährlichem Rhythmus wirksamer Faktor, die stärkste aller Triebfedern für tierisches Tun und Handeln, der zwingende Drang zur Fortpflanzung. Er schreibt dem Zug stromauf und stromab die Regeln der Zeit vor, während die Erdgeschichte den Ort, Strasse, Anfangs- und Endpunkt der Reise festlegte. So wirken Vergangenheit und Gegenwart, Geologie und Biologie, Einwirkungen der belebten und der unbelebten Welt zusammen, um den Zyklus der Fischwanderung zu gestalten.

Im Rhein allerdings ist die Wandererscheinung im Erlöschen begriffen. Was sich heute noch alljährlich vor unsern Augen abspielt, stellt nur die letzten Spuren einstiger Macht und Gewalt

dar. Veränderungen der Flussbahn und der Flusstärke haben mancher Wanderung ein enges Ziel gesteckt, und manchen Wanderer ermatten lassen. Und was geologischer und hydrographischer Wechsel in langen Zeiträumen nicht vermochte, gelang in kurzen Jahren der Hand des Menschen. Sie verwandelte die allmählich in Windungen ansteigende, an Ruheplätzen und Zufluchts- und Laichstätten reiche Strombahn zum reissenden, schnurgerade gezogenen, von einförmigen Steindämmen begrenzten Fabrikkanal und baute quer in das Fahrwasser die Wehre und Schleusen der Stauwerke, an denen die Kraft der Wanderer nutzlos zerschellt.

In Mitteleuropa ist es dem Menschen gelungen, die Wirksamkeit der ehernen Wandergesetze zu brechen und die Äusserungen ungebundener Triebe zu unterbinden. Anders im hohen Norden und im fernen Osten. Schon an den Küsten des Baltischen Meers, noch mehr aber in Skandinavien und im arktischen Grönland sind Fische Wanderer geblieben, die bei uns längst jede Reiselust eingebüsst haben und die engen Behälter der Seen des nördlichen Alpenrands nicht mehr zu verlassen vermögen. In alljährlichem Zug verlässt eine Form der grossen Maraene (Coregonus maraena Bl.) die Sommerheimat der Ostsee und sucht zur winterlichen Laichzeit die Haffe und die Süsswasserseen Dänemarks, Schwedens und Finnlands auf. Der Fisch schliesst sich in enger Verwandtschaft an die Felchen des Alpenvorlands an. Ähnlich lebt ein anderer Edelfisch, der Saibling oder Rötel, in der Schweiz, Bayern und Osterreich ausschliesslich in den Seetiefen. Im Polarkreis dagegen sucht er das strömende Wasser der Flüsse auf, und seine arktischen Formen besuchen im höchsten Norden Amerikas und in Grönland abwechselnd das Meer und das Süsswasser.

In den Riesenströmen Sibiriens vollends, die sich in das Eismeer ergiessen, und in den gewaltigen Stromadern, die von der Mandschurei nach dem nördlichen stillen Ozean rinnen, in den kalifornischen Gewässern ferner und im Yukanfluss in Alaska steht das Wanderphänomen der Fische auch heute noch in jungfräulicher Blüte. Die Zahl der wandernden Arten, die nicht abschätzbare Menge der Individuen, ihre Ausdauer und ihr unbändiger Wagemut vermögen ein Bild zu entwerfen von der einstigen Bedeutung des Rheins als Wanderstrasse, bevor der Wasserreichtum der Nachgletscherzeit versiegte, und bevor die weitere geschichtliche Entwicklung des Stroms und die Eingriffe des Menschen die breite, vielbeschwommene Bahn zum schmalen, schwer begehbaren Pfad einengten.

Auf den ungeheuren Stromstrassen Sibiriens wandern vor allem zahlreiche Arten grosser Felchen. Diese Edelfische ziehen nach

dem Eisbruch im Ob, Irtisch und Jenissei zu Berg. Dann füllen sich die Wasserstrassen und Stromgassen mit den drängenden Mengen der Wanderer, verfolgt und zur Eile angespornt vom räuberischen Weisswal, und das Netz der ostjakischen Fischer hält reiche Ernte. Für manche Formen liegt das Reiseziel in den untern Nebenflüssen der Hauptströme; manche aber finden die Laichstätten und damit das Ende der Fahrt erst in den Quellgebieten, in den meerfernen Gebirgen Innerasiens. Dann dehnt sich Berg- und Talreise zur gewaltigen Strecke von mehr als 7000 Kilometern Länge. Das Sommerende ruft die abgelaichten Fische nach den Winterquartieren im Obischen Busen oder im offenen Eismeer zurück.

Stürmischer noch verlaufen die von *Middendorf* geschilderten Wanderungen der Ketalachse in den nordsibirischen Flüssen. Das Wasser schäumt und kocht unter der Menge der vorwärts hastenden Tiere; die Ruder des Boots versagen im Gewirr der sich stossenden Fischleiber, und in ungestümem Drang werfen sich die dem Ufer nahen Wanderer auf den Sand, um dort elend zu verschmachten.

Kaum weniger eindrucksvoll spielen sich die Lachswanderungen ab, die vom Pazifik nach zwei Himmelsrichtungen, in das Amurgebiet und nach Westen in die Ströme von Kalifornien führen.

Von den Wanderfischen des Rheins zieht nur einer, der Aal, zur Fortpflanzungszeit hinab nach dem Meer. In gewitterschwülen, sturmbewegten Nächten des Spätsommers und Herbsts treten die heranreifenden Weibchen vom Oberlauf der Flüsse und den vom Meer weit abliegenden Binnenseen aus die Wanderung an. Zu ihnen stossen erst im Rheindelta, in der Brackwasserzone, die Männchen, die den Unterlauf des Stroms kaum verlassen haben, oder schon früher wieder in denselben hinabgewandert sind. Die gemeinsame Reise beider Geschlechter führt weit hinaus über die seichte Nordsee in die Meeresteile westlich von Irland, wo sich der Abhang des atlantischen Beckens steil zu grossen Tiefen absenkt. Aber auch dort findet die rätselhafte Fahrt des Flussfisches in die Fernen des Weltmeers noch nicht ihr Ziel. Erst südlich der Azoren, unter dem 25. bis 45.° nördlicher Breite und in den Abgründen der Sargassosee scheinen die Laichplätze des Wanderfisches zu liegen. Dort geben sich, nach neueren Befunden, die Aale Stelldichein, die den Zuflüssen der Ostsee und der Nordsee entstammen, und mit ihnen vereinigen sich die Artgenossen aus dem Mittelmeergebiet, die die Strasse von Gibraltar durchwandern mussten.

Im starksalzigen und stets gleichmässig kühlen freien Wasser der grossen Tiefen mitten im Atlantischen Ozean pflanzt sich der Aal fort. Dort lebt auch der Leptocephalus, die eigentümliche,

von *Grassi* und *Calandruccio* im Jahr 1895 entdeckte Aallarve, und von dort ziehen die aus der Larve sich entwickelnden Glasaale in langsamer Fahrt der Küste und der Stromheimat der Eltern entgegen.

Durch die Pforten der Flussmündungen dringt die Jungbrut in zahllosen Scharen in das Binnenland vor. Die Millionen der wurmförmigen Tierchen kennen auf ihrer Wanderschaft kein Hindernis. Die stärkste Strömung hemmt sie nicht und nicht der höchste Wassersturz. Schleusen und Wehre werden kletternd überwunden; das feuchte Moos des Uferfelsens und die regennasse Wiese dient als willkommene Bahn, wenn es gilt, Fälle oder Strudel zu umgehen oder von Rinnsal zu Rinnsal zu gelangen. Erst in den Kleingewässern, in sickernden Wasseradern und ruhenden Teichen, endet die lange, gefahrvolle Fahrt, die umso wunderbarer wird, als weder der zum Meer ziehende reife Aal noch der zu Berg steigende Glasaal Nahrung zu sich nimmt.

Die Aale der Schweizer Seen, der Bäche und Flüsse des Mittellands, der Weiher und kleinen Wasserbecken bis hinein in die Voralpen und hinauf bis zu 1100 m Erhebung im Hochgebirge wurden in den Abgrundtiefen des Atlantischen Ozeans geboren, und sie werden dorthin zurückkehren, um sich fortzupflanzen und nachher das Leben zu lassen an der Stelle ihrer Geburt. In den Frühjahrsmonaten März bis Mai hauptsächlich fluten die Wanderheere der Jungaale in die Mündungsarme des Rheins; zwischen dem Abstieg der Eltern aber und der Rückkehr der Brut in das Süsswasser schiebt sich eine im Meer verlebte Zeitspanne von $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Jahren ein.

Alle übrigen Wanderfische des Rheins schlagen den der Aalwanderung entgegengesetzten Weg ein. Sie ziehen zu Berg und vertrauen ihre Brut dem Süsswasser von Strom, Fluss und Bach an.

Es ist eine bunte Gesellschaft nach Herkunft und faunistischer Zusammensetzung, doch nimmt in dieser durch Wandergewohnheit zusammengewürfelten Schar die dem Norden entstammende Familie der lachsartigen Edelfische, der Salmoniden, nach Zahl der Vertreter und nach biologischer Bedeutung den vordersten Platz ein.

Reich stuft sich auch Wandertrieb und Wanderkraft der einzelnen im Rhein ziehenden Fischarten ab. So gleicht das Wanderphänomen in seiner Gesamtheit einem rückflutenden Strom, dessen Wogen bergwärts sich immer mehr verflachen. Doch rollen die letzten Wellen bis zum Gebirgsrand. Sie bespülen den Fuss der hochragenden Alpen.

Zuerst macht ein kleiner Salmonide, der Stint, Osmerus eperlanus L., Halt. Er verlässt die Gezeitenzone kaum, und seine

Jungfische wachsen an der überreichen Kost heran, die das Brackwasser zu erzeugen vermag. Seine Flusswanderung, die übrigens von Jahr zu Jahr nach der Teilnehmermenge sehr verschieden ausfällt, beginnt der Stint im März und April.

Weiter zieht in gemächlich langsamer Fahrt ein wanderndes Felchen, der Schnäpel, Coregonus oxyrhynchus L. Seine kühnsten Ausspäher erreichen etwa Köln. Im deutschen Mittelrhein bei Wesel wurde der Fisch noch vor wenigen Jahren zahlreich gefangen; heute scheinen sich seine Wanderscharen sehr stark gelichtet zu haben.

Wieder weiter steckt die Grenzen ihrer Wanderung die grosse Meerforelle. Ihre marine Heimat erstreckt sich vom Weissen Meere längs der europäischen Westküste bis nach Frankreich. Aus den Ufergewässern steigt der prächtige, an Bauch und Flanken silberglänzende, am Rücken blaugrau gefärbte Fisch in den Monaten August bis Oktober in die Flüsse auf, um dem Süsswasser im November und Dezember seine Eier zu übergeben. Besonders im Norden, in den Gewässern, die dem Eismeer zuströmen, in den Flüssen Skandinaviens und Schottlands stellt sich Trutta trutta L. zur Laichzeit in grossen Wandergesellschaften ein. Auch in der Oder und Weichsel dringt sie noch weit gegen den Oberlauf vor. Dagegen nimmt die Zahl der ziehenden Meerforellen und ihre Wanderlust weiter südlich in den französischen und deutschen Strömen, die der Nordsee und dem Atlantischen Ozean tributär sind, stark ab. In der Weser und Elbe berührt die Laichwanderung gerade noch den Mittellauf, und auch im Rhein scheint der schöne Salmonide in der heutigen Zeit nur selten über die Mündung von Nahe und Main hinauszuschwimmen. *Baldner* fing Meerforellen noch bei Strassburg. Zweihundert Jahre haben genügt, um den kräftigen Schwimmer und Wanderer weit gegen das Stromdelta zurückzudrängen.

Und endlich der rüstigste von allen Wanderfischen des Rheins, der unermüdlichste zugleich und der erfolgreichste, der Lachs. *Baldner* erzählt, dass im Jahr 1647 an einem Tag 143 Salmen in Strassburg auf den Markt gebracht worden seien. Das sind verflossene Zeiten. Einer jungen Vergangenheit gehören die kühnen Lachsfahrten in das weit veraderte Flussystem der Aare an, auf denen der wagemutige Fisch, aller Hemmnisse von Wassersturz und Strudel spottend, weit hinauf vorstiess bis zu den entlegenen Laichstätten in den stets kühlen und klaren Quellbächen der Alpen. Damals durchschwamm der Lachs den Vierwaldstättersee und die Seen des Berner Oberlands; er wurde bei Amsteg in der Reuss gefangen und bei Meiringen in der Aare. Er erschien etwa im

Neuenburger- und Bieler-See und beschwamm die Saane bei Freiburg und die Thur im Toggenburg. Nur der Rheinfall bei Schaffhausen stellte dem ungestümen Vormarsch der Edelfische eine unübersteigbare Schranke entgegen. Eine zielbewusste Reise von 50 bis 60 Tagen führt die Salmen von der holländischen Rheinmündung bis an die Schweizer Grenze. Sie hebt im Nachwinter an; im Frühjahr mehren sich die in den Strom übertretenden Fischscharen, und die Nachzügler schicken sich noch spät im Sommer zur Süsswasserfahrt an. Erst im November und Dezember aber vollzieht sich die Eiablage in den Laichgruben, die in den Kies der Zuflüsse und Seitenbäche des obersten Stromlaufs eingetieft wurden.[10])

Heute haben sich die Verhältnisse im Rhein gründlich geändert. Versandung der Buchten und Korrektion der Flussrinne, Verunreinigung des Wassers und Errichtung von Bauten vertrieben im Lauf kurzer Jahrzehnte den Lachs ganz aus dem Aaregebiet und zogen sogar seiner Vermehrung im Oberrhein enge Schranken. Der einstige Brotfisch ernährt den Fischer nicht mehr, und nur fortwährender künstlicher Einsatz von Jungbrut vermag das gänzliche Verschwinden des wertvollen Tiers zu verhindern oder wenigstens zu verzögern.

Im offenen Strom, zwischen Breisach und Neuenburg, liegen noch eine Anzahl regelmässig benützter Laichgruben. Der Zutritt indessen zu den früher stark besuchten Laichstätten zwischen Thurmündung und Rheinfall und der Eintritt in die oberhalb Augst und Laufenburg mündenden Zuflüsse des Rheins wurden dem Lachs durch Stauwehre und Kraftwerke nahezu verunmöglicht.

Immerhin lebt im Rheinlachs der im Anschluss an die Eiszeit in fast allen Salmoniden erwachte Wandertrieb noch am regsten fort. Am weitesten führt auch heute noch seine Stromreise in das Binnenland; er überflügelt alle seine Wandergenossen, und viel kraftvoller als bei allen diesen rollt sich bei ihm das Wanderphänomen ab. Der muskelgewaltige Fisch übernimmt anderen Geschöpfen gegenüber die Rolle des passiv tragenden und die Verbreitung fördernden Gefährts. Als unerwünschte Fracht schleppt der Lachs eine ganze kleine Welt von marinen Schmarotzern in das Süsswasser, und als blinder Passagier saugt sich an den kräftigen Wanderer das Flussneunauge an (Petromyzon fluviatilis L.), das die Laichablage im Frühjahr vom Meer in den sandigen Untergrund der Bäche und Seen der Schweiz ruft. Auch in aktiver Wanderung dringt der eigentümliche Fisch weit in die Flüsse vor. *Vogt* und *Hofer* schreiben: „soviel ist gewiss, dass in den Nord-

[10]) Siehe: *Zschokke, F.*, Der Lachs und seine Wanderungen, Stuttg. 1906.

und Ostseegegenden die Neunaugen in grossen Haufen im Sommer aus dem Meer anlangen und namentlich von den Haffen aus gegen Ende September stromaufwärts wandern, um im ersten Beginn des Frühlings, im April und Mai, zu ihren Laichstätten im Binnenland zu gelangen und nach der Beendigung des Laichgeschäfts abzusterben." [11])

Im Schweizerrhein unterhalb des Wassersturzes von Schaffhausen und in seinen fliessenden und stehenden Nebengewässern scheint das Flussneunauge, der Wanderschaft vergessend, endgültiges Heimatrecht erworben zu haben und zum ständigen Süsswasserfisch geworden zu sein.

Was für den grossen Salmoniden, den Lachs, gilt, behält seine Richtigkeit für den Maifisch, einen stattlichen Vertreter der Häringe, der zur Fortpflanzungszeit den Strom aufsucht, und für die ihm nahe Verwandte, seine Wandergewohnheiten teilende, etwas kleinere Finte (Alosa vulgaris Cuv. und A. finta Cuv.). Beide Arten bewohnen sämtliche Meere, die Europas Küsten bespülen.

Noch sind kaum 30 bis 40 Jahre verflossen, seitdem die grossen Fische alljährlich durch unsere Stadt zogen bis nach Laufenburg, wo die Stromschnelle ihrer Wanderung endgültig Halt gebot. Silbern glänzten die dicht gedrängten Scharen, und weithin hörbar klatschten die springenden und schlagenden Fischleiber. In der Mündung von Birs und Wiese, nahe den Laichstätten, vermochte das Netz oft die schuppige Beute nicht zu fassen. In *Bruckners* „Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel" schildert der Medizinprofessor *Friedrich Zwinger* im Jahr 1751 den Maifischfang im Basler Rhein in anschaulichen Farben. Heute kennt kaum noch ein alter Fischer von Kleinhüningen oder Birsfelden den Maifisch vom Hörensagen, und auch der Lokalname „Eltzele" oder „Eltzer" scheint bereits in Vergessenheit geraten zu sein.

Weder an Ausdehnung noch an Menge der Ziehenden kann sich in unseren Tagen die Maifischwanderung mit derjenigen der jüngsten Vergangenheit vergleichen. Flusskorrektion hat die Wege verlegt, stete Verfolgung die Scharen gelichtet. Aus dem Stromdelta brachen die zahllosen Wanderer auf, den Darm mit der Zehrkost des kleinen Brackwasserkrebses Eurytemora affinis prall gefüllt. Manche der Scharen benützten als Strasse den Rhein bis in die Schweiz; andere bogen in die Nebenpfade der mittleren und oberen Zuflüsse ab. In der Mosel kannte schon vor zweitausend Jahren der römische Dichter *Ausonius* den Zug der Maifische.

---

[11]) *Vogt, C.* und *Hofer, B.,* Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. Frankfurt u. Leipzig, 1909.

Besonders massenhaft benützten die Fische früher den Neckar als Wanderweg. Nach dem Ablaichen, im Juni, trieben die toten oder sterbenden Tiere in ungezählten Mengen bei Neckarhausen vorbei stromabwärts. Jetzt zählt der wandernde Häring in Neckar und Main, in Mosel und Nahe zu den grossen Seltenheiten. Das Endziel seiner Fahrt liegt im Hauptstrom bei Mainz, und erst im deutschen Niederrhein und in Holland bildet der Fang der Maifische heute noch ein lohnendes Gewerbe.

Etwas später als der grössere Verwandte steigt die Finte im Rhein auf; schon im Brackwassergebiet beginnt sie ihre Eier abzulegen, und weniger weit, als den Maifisch, führt sie ihre Stromreise.

Aus allen Ausführungen hat sich ergeben, dass die Zahl der Wanderfische im Rhein sich in dem Masse steigert, wie der Strom dem Salzwasser zueilt. Die Meernähe kündet sich durch den wachsenden Reichtum von Wanderern mariner Herkunft an. Im ganzen Umfang betrachtet aber macht die Fischwanderung im Rhein heute den Eindruck eines mit raschen Schritten dem Erlöschen entgegengehenden biologischen Phänomens. Sie mutet an, wie der letzte Aufzug eines mit historischer Notwendigkeit vorwärtsschreitenden Dramas, an dessen voreiligem Abschluss die Hand des Menschen die Mitschuld trägt. Doch sind auch heute noch die Wandergewohnheiten der Rheinfische stark und deutlich genug ausgeprägt, um überzeugend zu lehren, dass die ganze biologische Erscheinung sich in entlegenen Zeiten eindrucksvoller abspielte und in weiterem zeitlichem und örtlichem Ausmass. Damals benützten viel zahlreichere Fischarten den Rhein als Wanderweg, ihre Scharen drängten sich dichter, und ungezähmte Wanderlust liess sie in zügellosem Drang viel weitergedehnte Wegstrecken durchmessen. Es mochte auch für den Rhein das Bild gelten, das die Fischwanderung heute noch im Norden, in Skandinavien und Sibirien bietet. Dort steht der biologische Vorgang dauernd in voller Blüte. Er zeichnet sich aus durch Mannigfaltigkeit; die Zahl der wandernden Arten und Individuen ist grösser als bei uns, weiter erstrecken sich die Wanderwege, und länger bemessen sich die Wanderzeiten. Im Rhein dagegen spricht die Abnahme der Zahl der Wanderer und die Kürzung der Wanderstrecken vom Verglimmen des Reisetriebs. Der einst so lebensstarke Baum der Fischwanderung zerfällt und treibt höchstens noch schwache Nachblüten.

So erhebt sich ungezwungen und gebieterisch zugleich die Frage, wann und wie das historische Schauspiel der Fischwanderung im Rhein, dessen letzten Aufzügen wir beiwohnen, seinen Anfang genommen habe.

Für die kühnsten Wanderer, die Salmoniden wenigstens, sind zwei Punkte von der Forschung mit vieler Sicherheit festgestellt worden: der Ort ihrer Herkunft und die Zeit ihres Eintreffens in Mitteleuropa. Die Edelfische entstammen dem arktischen Norden und kamen zu uns während der diluvialen Vergletscherung, besonders wohl in der spätglacialen Epoche. Für diese Annahme erhebt ihre starke Stimme die Tiergeographie, die Oekologie und die Biologie. Rings um den Nordpol häufen sich die lachsartigen Fische in vollster Fülle der Arten und in grösstem Reichtum der Individuen an. Sie dringen viel weiter als andere Süsswasserfische gegen den Pol vor. Ihre am Alpenrand in einer zweiten Heimat isolierten und abgesprengten Bestände überschreiten nach Süden die Schranke der Gebirgsmauer nicht und weisen so deutlich auf die Einwanderungsrichtung aus dem Norden hin. Die Forellen, Lachse, Felchen und Saiblinge suchen auch in Mitteleuropa das nordisch tief temperierte Wasser auf; sie sind dem polaren Medium treu geblieben und gedeihen am besten in den stets kalten Wellen der Bergbäche und Alpenflüsse und in den gleichmässig kühlen Tiefenschichten der voralpinen Seen. Unverändert haben auch die Salmoniden der Alpen und ihres Vorlands die Gewohnheit der arktischen Stammeseltern bewahrt, ihre Eier dem eisigen Wasser anzuvertrauen. Sie verlegen fast ohne Ausnahme ihre Fortpflanzungszeit in den kältesten Teil des Jahrs, in den Herbst und Winter. Das Datum der Laichablage lässt noch einmal auf die polare Urheimat zurückschliessen.

Der voreiszeitlichen Fischfauna der Schweiz fehlten die nordischen Salmoniden. Die obermiocäne Molasse von Oeningen am Untersee birgt die fossilen Überreste von Aal und Hecht, von Karpfen, Schleihe und Groppe; doch sucht man umsonst nach den Spuren von Forelle und Felchen, von Lachs und von Rötel. Erst die Postglacialzeit trieb diese polaren Edelfische gegen die Alpen und drückte damit der schweizerischen Ichthyofauna einen typisch nordischen Stempel auf. Netz und Angel des Pfahlbauers fingen, neben Karpfen und Hecht, Lachs und Felchen und die ebenfalls auf Zuwanderung aus dem Norden hinweisende Trüsche.

Wenn die Annahme spätglacialer Zuwanderung aus dem Norden in die Gewässer des Alpenfusses unter starker Benützung der Rheinstrasse für die Salmoniden kaum auf ernsthaften Widerspruch stösst, bleibt ein anderer Punkt des ganzen Problems vorläufig ungeklärt. Die meisten Tiergeographen meinen, die lachsartigen Fische seien vor der Eiszeit reine Meerbewohner gewesen, und erst der Schluss der Vergletscherungsperiode habe ihnen den Weg in den Strom und Binnensee gewiesen. Eine solche Hypothese weiss indessen keine zwingende Notwendigkeit für einen so durch-

greifenden Wohnortswechsel, wie ihn der Übergang vom Meer in das Süsswasser darstellt, ins Feld zu führen; sie verzichtet auch auf eine Erklärung der Entstehung der periodischen Laichwanderungen der Salmoniden.

So klingt mir die Ansicht wahrscheinlicher, die Salmoniden hätten vor Anbruch der grossen diluvialen Vergletscherung das Süsswasser bewohnt, die Ströme, Flüsse und Seen des circumpolaren Nordens. Eine solche Annahme lässt sich durch die Oekologie der Lachse stützen. In der Tat bewohnt die Grosszahl der Edelfische heute noch oder wieder das Süsswasser. Die Hypothese erklärt aber auch in befriedigender Weise die eigentümliche geographische Verteilung der Salmonen, besonders der Felchen und Saiblinge, und wirft helles Licht auf manche seltsame Lebensgewohnheit dieser Tiere. Besonders öffnet sie das Verständnis für die Entstehung der cyklisch sich wiederholenden Laichwanderungen, und lässt die Frage nicht ganz unbeantwortet, weshalb die Wanderlust in der nordischen Urheimat ungemindert weiterdauert, im südlichen, später eroberten Wohnbezirk am Nordfuss der Alpen dagegen erlöscht. Leider schweigt bei der Besprechung des Problems vom ersten Aufenthaltsort der Salmoniden gerade derjenige Wissenszweig fast ganz, der die klarste und eindeutigste Antwort geben könnte: die Paläontologie. Fossile Überreste von lachsartigen Fischen finden sich in vor- oder früheiszeitlichen Ablagerungen sehr selten, und ihre Bestimmung bleibt unsicher, da die Fettflosse, die den Lachsen den äussern Charakter gibt, nicht versteinerungsfähig ist.

Die wachsenden Eismassen der anbrechenden Gletscherzeit drängten in ihrem allmählichen Fortschritt die Salmoniden aus ihrem Wohnsitz, dem borealen Süsswasser, nach Süden, hinaus in das Meer und endlich bis an die Küsten von Mitteleuropa. Anpassungsfähigkeit an sehr verschiedenen Salzgehalt des heimatlichen Gewässers erleichterte den Lachsartigen ihre Einbürgerung in der Salzflut. Diese euryhaline Veranlagung der Salmoniden ist auch heute noch wirksam. Sie lässt Flussforellen durch die Aestuarien der Ströme in das Meer vordringen, und erlaubt es dem Experimentator, Forellen aus dem Genfer See in kurzen Monaten an Wasser vom Salzgehalt des Atlantischen Ozeans zu gewöhnen, und so den Süsswasserfisch im Laboratorium chemisch zu einem Meerfisch umzustempeln.[12])

Zur Laichzeit aber zogen die marin gewordenen Salme regelmässig in die Ströme, vom Meer zum Berg, um in der alten Heimat, im Süsswasser, das Gedeihen der Nachkommenschaft zu sichern.

---

[12]) *Murisier, P.,* Truite de rivière, truite de lac et truite de mer. Procès-verbaux de la Société vaud. sciences nat., No. 4, 1918.

Sie gingen ins Süsswasser, weil ihre Vorfahren Süsswassertiere waren. Ebenso regelmässig aber zwang der Nahrungsmangel im Gletscherstrom die Laichwanderer wieder zum Abstieg in den an Leben reichen Ozean. So mochten gegen das Ende der letzten grossen Vergletscherung die periodischen Laichwanderungen einsetzen von der im Überfluss gedeckten Tafel des Meers zur nahrungsarmen Wiege der Brut im Quellgebiet des Stroms. Sie bedeuten eine Rückkehr in die alte Heimat und stehen in der Tierwelt nicht ohne Parallele da. Von ähnlichen Fällen ist der von ehernen Gesetzen geleitete Wanderflug der Vögel, der jedes Frühjahr die befiederten Scharen vom nahrungsreichen Winterquartier im Süden zur alten Brutstätte im fernen Norden sicher zurückleitet, nur der bekannteste, aber bei weitem nicht der einzige.

Der Rhein ward zur grossen Wanderstrasse der lachsartigen Fische. Auf ihr sandte die Eiszeit das kostbarste biologische Geschenk an das Binnenland. Die Edelfische fanden in den kühlen Seetiefen und den kalten Bächen des nördlichen Alpenrands nicht nur eine zweite, vom Norden weit abliegende Heimat, sondern vor allem eine Brutstätte, die den altererbten Ansprüchen des Stammes entsprach. Denn gerade die Anforderungen der Eier und der jungen Tiere an das umgebende Medium vererben sich in der ganzen Tierwelt in merkwürdig konservativer Weise.

Zwei Faktoren öffneten den am Schluss der Eiszeit aus dem Meer in den Fluss aufsteigenden Fischen weit die Pforten der mitteleuropäischen Ströme und ebneten für sie die Wege tief hinein in das Festland bis zu den Alpen: die weitreichende Aussüssung der Meere durch gewaltige Schmelzwassermengen und das eng geflochtene Netz langsam fliessender Wasserstrassen, von Kanälen, Weihern und Seen, das, von den rückweichenden Gletschern entspringend, den grössten Teil von Europa überspann. Die Aussüssung erleichterte den Auswanderern aus dem Meer chemisch den Übergang in den Strom; der Wasserreichtum aber schuf ihnen mechanisch sanft geneigte Bahnen, die selbst von schwächeren Schwimmern bergwärts mit Erfolg beschwommen werden konnten. Im hohen Norden, in Sibirien besonders, dauern heute noch die für die Wanderschaft günstigen hydrographischen Verhältnisse fort. Die Ströme, die sich nach dem Eismeer ergiessen, führen ungeheure Wassermengen, und sie münden in stark ausgesüsste Meeresteile. Dort in Nordasien wandern daher auch heute noch in erstaunlichem Umfang zahlreiche Arten von Felchen, während ihre nächsten Verwandten in den Alpenseen längst jede Wanderlust einbüssten.

Der postglaciale Schmelzwasserreichtum in Mitteleuropa zerrann. Das System verbindender Kanäle und weitgedehnter Seen

versiegte; brausende Wasserstürze und schwer passierbare Stromschnellen entstanden in der steiler werdenden Flussbahn. Damit wurde manchem schwächeren Wanderer die Fahrstrasse, auf der die Vorfahren regelmässig vom Meer zum Gebirge zogen und zurück vom Bergbach zur Salzflut, gesperrt, und manche einst ziehende Art fand allmählich den Rückweg nach dem Ozean verschlossen. So wurden die Felchen und Saiblinge in die Seen des nördlichen Alpenrands eingesperrt, die Bachforellen in die enge Bahn schäumender Wildwasser, wie in einzelne, von starren Schranken umschlossene Käfige. In diesen abgeschnittenen Behältern sind die Gefangenen im Laufe der Jahrhunderte den Weg der Variation und der Artenbildung geschritten. Der Wanderer ward, gezwungen durch hydrographische Veränderungen, zum stabilen Süsswasserfisch und kehrte so zum biologischen Zustand der Vorgletscherzeit zurück, nachdem die Art im Laufe der Glacialperiode das Stadium des reinen Meerfischs durchlaufen hatte.

Mit dem Rückzug der Gletscher und unter dem Einfluss des Temperaturanstiegs in der Nacheiszeit formte sich das heutige Bild der geographischen Verteilung der Salmoniden heraus, ihre Lokalisation in der polnahen Urheimat, die abgesprengte Kolonie am Nordrand der Alpen, und das Fehlen in den wärmeren Gewässern der mitteleuropäischen Ebenen. Wieder gewannen die Ansprüche an den Wohnort, ökologische Faktoren also, für die Gestaltung des Verbreitungsbilds die grösste Bedeutung. Die Edelfische verlangten von ihren Wohngewässern Kälte, Reinheit und Sauerstoffreichtum. Dass der Sauerstoffgehalt des Wassers die Verbreitung der Felchen in den Seegebieten mitbestimmt, zeigt in einleuchtender Weise *A. Thienemann.*[13]) Verhältnismässig grosse Mengen im Wasser gelösten Sauerstoffs erlaubten den Coregonen dauernde Ansiedlung in den nordalpinen Randseen, sie gestatteten zugleich der grossen Maräne (Coregonus maraena Bl.) die Behauptung einer zwischen die polare Heimat und den sekundär von Felchen besetzten Alpenwohnort eingeschobenen Zwischenstation in einigen norddeutschen Seen.

Erinnerungen an die Eiszeit erwachen in der heutigen geographischen Verteilung der Salmoniden; sie sind zugleich noch rege im Wandertrieb mancher dieser Fische, die ihre Ruhe in einer engbegrenzten Heimat nicht finden konnten.

In den Strömen Mitteleuropas allerdings wandert in weitestem Umfang einzig noch der Lachs. Der kräftigste aller ziehenden

---

[13]) *Thienemann, A.*, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. XII, 1918.

Salmoniden weiss allein Strömung und Felsschwellen zu trotzen. Doch klingt es wie eine letzte Regung des Wandertriebs der Vorfahren, wie ersterbende Wanderlust, wenn vor der Laichzeit, im Herbst, die Forellen aus dem Bodensee hinaufschwimmen in den Quellrhein bis nach Trons und Disentis, wenn die Seeforellen in der Reuss Amsteg und Göschenen erreichen und in der Linth Tierfehd. Sogar die so stabilen Felchen treibt zur Fortpflanzungszeit die Wanderunruhe auf Laichfahrten. Sie wechseln durch verbindende Flussläufe von See zu See, von Neuenburg nach Biel und Murten, von Brienz nach Thun und umgekehrt und vom Zürichsee durch den Linthkanal nach dem Walensee. Oder sie steigen in Schwärmen in die Seeeinflüsse auf, in die Traun etwa aus dem österreichischen Traunsee und Hallstättersee. Eine Laichfahrt bedeutet es auch, wenn sich gegen das Jahresende die Gangfische bei Konstanz sammeln, um in volksreichen Zügen zur Eiablage an die Halden des Seerheins zwischen Bodensee und Untersee zu ziehen (Coregonus macrophthalmus Nüsslin).

Die Betrachtung der Fischwanderungen im Rhein lässt einen weitblickenden historischen Standpunkt gewinnen und öffnet das Auge in entlegene Zeiträume. Nur historisch gelingt die Lösung des verwickelten biologischen Rätsels. Wandlungen in der Wassermenge und im Verlauf des Stroms beeinflussten und veränderten auch seine Bedeutung als Wanderstrasse.

Ungezwungen erhebt sich damit die Frage, ob die geologische Geschichte des Rheins sich noch weiter kundgebe in der Zusammensetzung und Verteilung seiner Organismenwelt, ob aus der Gegenwart und Verbreitung bestimmter Organismen im heutigen Rheingebiet auf vorzeitliche Wanderungen durch längst ausgetrocknete Flusstrassen und abgebrochene Verbindungswege geschlossen werden dürfe. Die Tierwelt der Jetztzeit kann vielleicht die Stromgeschichte der Vergangenheit enthüllen.

Der Rhein in seiner gegenwärtigen Gestalt, in seinem Verlauf, in der Ausdehnung seines Flussystems und in der Lage seiner Quellgebiete und Wasserscheiden ist bekanntlich ein geologisch junger Strom. Er fügte sich seit dem Schluss der Tertiärzeit aus früher getrennten Stücken zusammen, und diese einzelnen Rinnsale ergossen sich wahrscheinlich einst in die verschiedensten Meere. Zugleich verlor er mächtige tributäre Zuflüsse, die, heute selbständig geworden, ihre eigenen Wege ziehen.

Aus dem wiederhergestellten Bild der einstigen hydrographischen Verhältnisse im Rheinsystem können nur wenige Züge herausgehoben werden, und nur auf wenig zahlreiche Beobachtungen kann hingewiesen werden, die den geologischen Befunden über

Trennung und Vereinigung von Flussläufen im Gange der Jahrtausende eine biologische Stütze zu verleihen scheinen.

Im allgemeinen neigen die Ansichten der Geologen dahin, dass der Rhein während den letzten Abschnitten der Erdgeschichte aus mindestens vier getrennt angelegten Flusstrecken zum einheitlichen, die Zentralalpen mit dem Weltmeer verbindenden Strom zusammengeflossen sei.

Zu den am besten gesicherten Ergebnissen der Rheinforschung zählt wohl die Feststellung, dass der Strom in spättertiärer oder frühdiluvialer Periode in der Basler Gegend nicht knieförmig nach Norden umbog, sondern zwischen Jura und Vogesen nach Westen floss und seine Wasser durch den heute noch im Saone- und Rhonetal vorgezeichneten Weg nach dem Mittelmeer wälzte. Die damalige Talsohle der Abflussrinne lag bei Basel mindestens zweihundert Meter über dem heutigen Rhein. Für den verschwundenen Strom zeugen im burgundischen Tor die gewaltigen Massen des oberelsässischen Deckenschotters. Die Geschiebemengen bestehen zum grössten Teil aus alpinem Material; sie wurden durch fliessendes Wasser, das in ostwestlicher Richtung strömte, abgelagert. Zu solch' überraschenden Schlüssen berechtigen *Gutzwillers* sorgfältige Untersuchungen an den Schottersystemen der Basler Gegend. Der Autor fasst seine Resultate im Jahre 1912 in die Worte zusammen: „Nichts steht der Ansicht entgegen, dass nicht in spätpliocäner oder frühglacialer Zeit die vereinigten Gletscher der Mittel- und Westschweiz, vielleicht auch der Ostschweiz, bis an den Südrand des Jura, ja bis Waldshut vorgedrungen wären, wie zur Zeit der grössten Vergletscherung, und ihre Schmelzwasser den Weg durch die flache Talrinne zwischen Waldshut und Basel nach dem Saonegebiet genommen hätten.“ Und weiter: „Wir betrachten also den oberelsässischen Deckenschotter als eine fluvioglaciale Bildung, deren Schottermasse in frühglacialer oder spätpliocäner Zeit durch aus den Alpen vorstossende Gletscher in die flache Talrinne zwischen Schwarzwald und Jura und durch die Schmelzwasser von dort nach dem Oberelsass und weiterhin ins Tal der Saone geführt wurden.“ [14])

Erst im älteren Diluvium und in notwendiger Folge des steten Absinkens der oberrheinischen Tiefebene nördlich von Basel ward der Rhone-Rhein aus der ostwestlichen Richtung nach Norden abgelenkt. Es entstand in der über 300 Kilometer langen und 30 Kilometer breiten Grabensenke das Rheinstück Basel-Bingen und, nachdem der Strom den Durchbruch zwischen Taunus und Huns-

---

[14]) *Gutzwiller, A.*, Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel. Verhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft Basel, Bd. 23, 1912.

rück erzwungen hatte, schloss sich die Lücke zwischen dem Oberrhein und dem Urrhein, der schon im Pliocän in der Richtung des heutigen Mittel- und Niederrheins dem atlantischen Ozean zuströmte. Das mächtige Flussbett aber in der burgundischen Pforte trocknete aus, und das weite Tor, das einst den Wellen Durchlass gestattet hatte, bildete von nun an die Wasserscheide zwischen der nach Süden fliessenden Rhone und dem nach Norden gerichteten Rhein.

Einzelne Autoren vertreten auch die geologisch kaum genügend begründete Ansicht, gewisse Teile des heutigen Rhonesystems, der Doubs und durch seine Vermittlung die obere Saone, hätten ihre Wasser während längerer Zeit westwärts nach der rheinischen Senke, in das Mainzer Becken entleert.

Wo der pliocäne, präglaciale „Urrhein" entsprang, lässt sich heute mit genügender Sicherheit noch nicht beantworten. Doch liegen seine Leitgeschiebe bis weit hinauf in das Mainzer Becken. Sie lassen sich noch bei Eppelsheim in Rheinhessen erkennen. Die Mündung des Urrheins in das Meer aber dürfte weit nördlicher als für den heutigen Rhein zu suchen sein. Erst in der Breite der Doggerbank etwa ergoss sich die mächtige Stromader in den Atlantischen Ozean, nachdem ihr Wasserschwall durch Aufnahme der Maas, der Schelde, der Themse und der übrigen ostenglischen Flüsse angewachsen war.

Viel problematischer als über den früheren Zusammenhang von Rhone und Rhein und den Durchbruch des Oberrheins zum nördlichen Urrhein lauten die Meinungen über die einstigen Beziehungen des Donausystems zum Rheingebiet.

Vor der Eiszeit dürfte der Alpenrhein, d. h. die Flusstrecke von den hochgelegenen Quellen bis zum Bodensee, seinen nordwärts gerichteten Lauf bis zur Donau verfolgt haben. Vielleicht bedingte der Einbruch des Bodenseebeckens im älteren Diluvium die Ablenkung dieses Rheinsegments nach Westen.

Mit der ältesten Flussgeschichte im Aare-Rhein-Donaubezirk beschäftigten sich in jüngster Zeit *G. Braun* und *P. Vosseler*. Sie kommen zum Schluss, dass nach dem endgültigen Rückzug der Meere vom Schweizerboden sich zwischen Schwarzwald, Vogesen und Alpen eine weite obermiocäne Rumpfebene ausdehnte. Ihre Gewässer folgten der nach Süden gerichteten Abdachung und sammelten sich in einer „Uraare", „die sich nach Nordosten zur Donau wandte, oder besser, die selber die obere Donau war." Diese mächtige Sammelader strömte etwa in der Längserstreckung des heutigen Tafeljuras.

Später, während der Jurafaltung, bildete sich in der Zone des heutigen Rheinlaufs östlich und oberhalb Basels eine flache Einsenkung. Sie gab Anlass zur Entwicklung eines „Vorrheins", eines Flusses, der die Donauaare noch präglacial von Norden her anzapfte und ihre Wasser nach dem Rhein ablenkte. Erst jetzt erhielt der Rhein sein alpines Quellgebiet, während die Donau gleichzeitig ihren Oberlauf und die grossen Alpenzuflüsse verlor.

Braun fährt fort: „Als Fremdling griff der Rhein in das Donausystem ein, es völlig auflösend. Er zog dessen Oberlauf mit dem grossen alpinen Einzugsgebiet an sich, und er griff und greift noch heute weiter im Donaubereich, dessen ganze Zuflüsse mitsamt der Donau ihm verfallen sind. Die Kraft zu dieser Entwicklung verliehen ihm seine grossen Wassermengen und sein Anschluss an die mittelrheinische Senke, in der die Erosionsbasis während des Diluviums unaufhörlich einsank, während die der Donau gleich blieb." [15])

Ähnlich lauten die zusammenfassenden Sätze von *Vosselers* Abhandlung: [16])

„Erst bei der Tieferlegung der Rheinsenke und dem Verschwinden der Meere in diesen Gegenden musste sich ein Fluss bilden, der rückwärts einschneidend, ins Gebiet des nach Süden entwässerten Schwarzwaldrands einschnitt." Und weiter: „Das räuberische Eingreifen des Rheins ins Donausystem tritt uns im ganzen obern Donaugebiet entgegen. Von Westen nach Osten greifen die Ablenkungen weiter, und in kurzer Zeit wird wohl der ganze Oberlauf der Donau dem Rhein tributär sein."

Hypothetischer als die durch genaue Beobachtung gestützte Meinung *Brauns* und *Vosselers* klingt die Annahme *Kobelts*. Sie sucht die enge Verbindung von oberem Donaugebiet und Rheinsystem auch für die jüngste geologische Vergangenheit wahrscheinlich zu machen. Noch während des letzten Akts der Eiszeit und sogar nach dem endgültigen Rückzug der Gletscher, soll die Aare während längerer Zeit längs des Südrands des nach Norden noch nicht durchbrochenen Juras der Donau zugeströmt sein. In die Aare aber ergoss sich die oberste Rhone mit dem Genfersee durch eine noch heute im Canal d'Entreroche und die Juraseen von Neuenburg und Biel vorgezeichnete Bahn. Alle diese mächtigen und dem Ursprung nach so verschiedenen Wassermassen benützten, nach *Kobelt*, als Bindestück zur Donau den Bodensee, oder viel-

[15]) *Braun, G.*, Das Rheintal zwischen Waldshut und Basel. Verhandlungen d. Naturforsch. Gesellschaft Basel, Bd. 28, 1917.

[16]) *Vosseler, P.*, Morphologie des Aargauer Tafeljura. Dissertation, Basel 1918. Auch in: Verhandlungen d. Naturforsch. Gesellschaft Basel. Bd. 29, 1918.

leicht eher noch die Wutach, die heute als kleiner rechtsseitiger Nebenfluss dem Hochrhein zuströmt, während sie früher von der Donau aufgenommen worden sein soll.

Diesen Ausführungen fehlen, wenigstens zum Teil, die sicheren Grundlagen geologischer Feststellungen. *Kobelt* möchte sie durch biologische Betrachtungen ersetzen. Aus der eigentümlichen Verbreitung der Süsswassermuscheln aus dem Stamm der Najaden und teilweise auch aus der Verteilung der Fische schliesst er auf früheren Zusammenhang heute getrennter Gewässer und auf die Umwandlung der Stromsysteme vom Diluvium bis zur Jetztzeit.[17])

Die Ausführungen des bekannten Tiergeographen und Malakologen beanspruchen das grösste Interesse. Doch ist zu betonen, dass Fragen nach der Entwicklung der Flussläufe in langen Perioden in erster Linie durch die Geologie zu beantworten sind. Die Biologie muss sich aus mancherlei Gründen bescheiden, die erdgeschichtliche Antwort durch weitere Stützen zu kräftigen und ihr so bestimmteres Gepräge zu geben, es sei denn, dass die tiergeographischen Dokumente schwerstes, eindeutiges Gewicht besitzen. Nie aber darf die Tiergeographie in stark zweifelhaften Fällen den Anspruch erheben, an Stelle der Geologie das entscheidende Wort zu führen.

Um heutigen gemeinsamen Tierbesitz und einstigen Tieraustausch zwischen dem System der Donau und des Rheins zu deuten, bedarf es übrigens kaum der tiefgreifenden flussgeschichtlichen Hypothesen *Kobelts*. Es genügt die viel bescheidenere Voraussetzung, dass beim Gletscherrückzug zwischen den obern Abschnitten der beiden Stromgebiete ein enggeflochtenes Netzwerk von Schmelzwasserkanälen und Stauseen sich ausdehnte und die beiden Gewässerbezirke vielfach verknüpfte, bis der schwindende Wasserreichtum die ausgespannten Fäden zerriss und damit auch den austauschenden Tierwanderungen ein Ziel setzte. Noch heute bildet bei Hochstand des Wassers die niedere Schwelle nördlich des Bodensees nicht eine vollkommen feste hydrographische Scheide und Grenze zwischen Donau und Rhein. Der historische Vorgang des Übergriffs des Rheins in das Herrschaftsgebiet der Donau geht, wie angedeutet wurde, unaufhaltsam weiter.

Für uns gilt es zu prüfen, ob die hydrographisch-geologische Vorstellung über die allmähliche Entstehung des heutigen Rheinsystems sich durch biologische Befunde stützen lasse, ob in der Tierwelt des Rheins der Jetztzeit Spuren von Zusammenhängen mit der Fauna benachbarter Stromgebiete weiterleben. Solche Ele-

[17]) *Kobelt, W.,* Die alten Flussläufe Deutschlands. Frankfurt a. M. 1910.

mente würden Zeugnis ablegen für die frühere Existenz längst versiegter Rinnsale und nicht mehr fliessender Wasserstrassen, auf denen sich seit langer Zeit zum Stillstand verurteilte Tierwanderungen vollzogen. Sie würden zu Stützen von auf geologischer Basis aufgebauten Hypothesen.

Eine Antwort drängt sich ohne weiteres auf. Erst mit dem Anschluss des Oberrheins an den mittleren und unteren Stromlauf öffnete sich die grosse Türe, das Ausfalltor und die Invasionspforte, durch welche der Atlantische Ozean und die Nordsee mit den meerfernen Binnengewässern des Rheingebiets eine mannigfaltige Organismenwelt austauschen konnte. Es formte sich eine offene Strombahn, ein Rückzugsweg vor den anrückenden Alpengletschern und eine Strasse zum Vormarsch gegen das Gebirge, als endlich die Eismassen abschmolzen.

Auf dieser weitgeöffneten Bahn vollzieht sich noch täglich Einzug und Auszug. Die Organismenmengen gleiten auf ihr zutal, die das Hochland aus unerschöpflichen Quellen der Ebene und dem fernen Nordmeer sendet. Es pendeln auf der Rheinstrasse seit dem Glacial in regelmässiger Wanderbewegung die Lachse und die Maifische hin und her. Auf demselben Stromweg schwammen die Felchen und Saiblinge des Nordens in die kühlen und sauerstoffreichen Tiefen der Alpenrandseen, und ihn benützten zu langsamem, stetem Vordringen zahlreiche keine Laichwanderungen ausführende Standfische. Dem Vormarsch der einzelnen Arten flussaufwärts stellen die von Ort zu Ort sich verändernden Eigenschaften des Stroms eine unübersteigbare Schranke entgegen. So legt sich eine Grenze der Fischverbreitung vor die Mauern der Stadt Basel. Sie zeichnet ungefähr die Linie ein, an der der kräftig flutende Rhein sich zum träger fliessenden Strom der Ebene wandelt, und wo das grobe Flussgeschiebe beginnt, dem zerkleinerten Kies und zuletzt dem plastischen Sand den Platz in der Flussohle zu überlassen. Talwärts bis gegen Strassburg laichen im Rhein noch die Freunde des bewegten und kühlen Wassers, die Salmoniden; zwischen Ill- und Neckarmündung etwa, treten die Edelfische mehr und mehr zurück, und die Karpfenartigen, die ruhiges Wasser lieben und höhere Temperaturen nicht scheuen, gewinnen schrittweise an Bedeutung. Zwischen Neckar und Nahe endlich verschwinden Forellen und Äschen ganz aus dem Strom, und damit verbleicht auch der nordisch-alpine Anstrich der Ichthyofauna.

Umgekehrt bleiben an der Schweizer Grenze bei Basel die der Strömung nicht gewachsenen Fische des Flachlands zurück. In den stillen Altrheinen von Hüningen und in den klaren Grundwassertümpeln der „Langen Erlen“ an der Wiese bei Basel, baut

der wehrhafte und angriffslustige Stichling (Gasterosteus aculeatus L.) sein Nest; die ruhenden Tümpel und Gräben bei Neudorf bevölkert der Wetterfisch, die Moorgrundel (Misgurnus fossilis L.), und im offenen Strom bei Basel lebt noch der Kaulbarsch (Acerina cernua L.). Alle drei aber wagen sich kaum hinein in die Heimat der Salmoniden, die Gewässer des Gebirgslands, deren Bewegung, Untergrund und Temperatur ihren Ansprüchen nicht entgegenkommt. Stichling, Kaulbarsch und Moorgrundel besitzen den Bezirk ihrer weitesten Verbreitung und stärksten Vertretung im flachen Norden und Osten; eine lange Flussreise liess sie bis in den Oberrhein gelangen.

Schärfer noch und auffallender als bei Basel zeichnet sich eine Grenze der Fischverbreitung am Rheinfall bei Schaffhausen ein. Der gewaltige brausende Sturz gebietet den letzten Wanderern Halt, die von der Nordsee die Fahrt rheinaufwärts unternahmen. Nur der Aal versteht es, das unüberwindbare Hindernis zu umgehen. Damit ändert sich bei Neuhausen der Charakter der strombewohnenden Fischfauna; er verliert oberhalb des Falls wenigstens teilweise die Beimischung aus den nördlichen Meeren und nähert sich zugleich den für das obere Donaugebiet gültigen Normen.

Was für die Fische gilt, aufwärts steigende Wanderung von der offenstehenden Mündung gegen die Quellen, behält seine Richtigkeit für zahllose niedere Strombewohner. Und wieder stecken die äusseren Bedingungen des Flusses, des Ortes Gunst und Ungunst, der ganze verwickelte Komplex der ökologischen Verhältnisse dem Vordringen der verschiedenen Tierarten Ziele und Grenzen und bestimmen dadurch das Bild der Tierverbreitung.

Als Beispiel für solche einschränkende Wirkung des Wohnorts wurde der Stillstand erwähnt, zu dem sich schlammbewohnende Mollusken im nördlichsten Teil der elsässischen Tiefebene, bei Hüningen, gezwungen sehen. Die Verbreitungsgrenze der Schlammschnecken fällt mit der Linie zusammen, welche Stichling und Wetterfisch nicht überschreiten. Sie deckt sich auch mit den manchen gebirgsscheuen Festlandbewohnern und Amphibien gezogenen Schranken. Am Südrand der sundgauischen Ebene, wo die ersten Hügelzüge sich erheben und dahinter die Wälle des Juras, in der Gegend von Neudorf und Hüningen, bleibt der Hamster stehen, der nordische Ackerfrosch (Rana arvalis Nilss.) und die das sandige Flachland aufsuchende Knoblauchkröte (Pelobates fuscus Lam.). So erhält die Tiergrenze im Strome allgemeine faunistische Bedeutung auch für das Festland.

Seit dem Durchbruch des Rheins nach Norden entstand ein offener Wasserweg zwischen den Alpen und dem Atlantischen

Ozean und eine Tierstrasse zugleich, die die Organismen seither und bis heute zu Aufstieg und Abstieg benützen. Längs der Stromlinie breitete sich die Tierwelt aus; die doppelt verlaufende Wanderrichtung, flussaufwärts und flussabwärts, bestimmte Zusammensetzung, Reichtum und Verteilung der Rheinfauna, von dem Tage an, an dem die Wellen zum ersten Mal ungehemmt von den Alpen zur Nordsee rinnen konnten.

Auf alte Beziehungen zwischen Rhone und Rhein, auf eine frühglaciale Stromstrasse durch das burgundische Tor, deuten zwei biologische Tatsachen, eine botanische und eine zoologische. Einmal der Nachweis des gleichzeitigen Vorkommens der beiden Wassermoose Fissidens grandifrons und F. crassipes im Rhonegebiet und im Rheingebiet, soweit dasselbe dem hypothetischen Rhone-Rhein Zuzug leistete.

In üppig wuchernden Wedeln sitzen die Moose den Steinen des Stromgrunds auf. Sie besiedeln den Seerhein von Konstanz bis Ermatingen, die Hochrheinstrecke von Stein bis nach Basel, den Flussbezirk der Aare und ziehen sich im Oberrhein allmählich aus dem gemächlicher flutenden Strom zurück, um indessen bis in die Gegend von Strassburg eine Zuflucht in den „Giessen" zu finden, die, im dichten Weidengebüsch versteckt, den Fluss an beiden Ufern als stets kühle, klare und reichlich fliessende Grund- und Quellwasseradern begleiten. Besonders zwischen Breisach und Strassburg entwickeln sich die „Giessen" in reichem Masse. Die eigentümlichen Gewässer des Stromrands in der flachen Tiefebene klingen faunistisch und floristisch in mehr als einem Punkt an starkbewegte und tieftemperierte Gebirgsbäche an. Sogar der Lachs steigt in heissen Sommern in ganzen Zügen in die kühlen Zufluchtsorte auf, und Forelle und Äsche finden dort ihre Laichstätten.

Solm-Laubach fasst die Fissidens-Arten als Überreste einer alten Tertiärflora auf. Die Moose hätten die Eiszeit im strömenden Hochrhein selbst überdauert, oder vielleicht noch eher in den damals schon vorhandenen Quellrinnsalen der „Giessen". Ihre geographische Einschränkung auf das ehemalige Einzugsgebiet des pliocänen Rhonerheins soll für die einstige Verbindung jener Rheinabschnitte mit einem Fluss zeugen, der nach dem Mittelmeer abfloss.

Für einen solchen einst bestehenden Zusammenhang lassen sich auch zoologische Zeugen anrufen. Nicht die Fische und ihre Verbreitung allerdings, die in ähnlichen Fällen oft tiergeographisch verwendet werden, sondern eine Flussmuschel, Pseudunio sinuatus (Lamarck). Ihr Vorkommen und ihre Verteilung soll, nach dem Urteil mancher Tiergeographen, speziell der Weichtier-

kenner, für die einstige Existenz einer Stromstrasse durch die burgundische Pforte sprechen. Das dickschalige, grosse und eigentümlich geformte Tier kennzeichnet in sehr typischer Gestalt die grobes Rollgeschiebe führenden Flüsse. Seine Wohnorte umfassen im Westen und Süden Europas einen weiten Raum. Sie verteilen sich über das Flussgebiet der Seine und der Loire und in Westfrankreich über die Garonne, die Charente, den Tarn, die Dordogne, den Adour bis hinauf gegen die Quellbäche in den Pyrenäen. Vom Rhonesystem bewohnt Pseudunio sinuatus nur die Saone und den Doubs, die Flussadern also, durch deren Talfurchen der hypothetische Rhonerhein einst seinen Weg nach Süden nahm. In Spanien besetzt die Muschel den Ebro, in Italien Teile des Pos, subfossile Schalen beweisen, dass sie früher auch im Arno und Tiber verbreitet war.

Dem Rhein scheint die Najade als heute lebendes Tier zu fehlen. Dem war nicht immer so. Liegen doch die Schalen des Weichtiers und aus ihnen geschnittene Schmuckgegenstände in den Trümmerhaufen römischer Ansiedlungen in der Rheinpfalz, und wie ein altes Gedenken klingt es, wenn die Muschel in Frankreich heute noch den Namen „Moule du Rhin“ führt. *Lamarck* nennt sogar noch 1819 unter den Fundorten von P. sinuatus den Rhein. In dem mit dem Rheinsystem früher eng verknüpften Flussgebiet der Maas fristet das Tier heute noch sein Dasein.

Sehr viel grösseres Gewicht, als die eben zusammengestellten Daten, besitzen Funde, nach denen P. sinuatus im Diluvium den Rhein bei Biebrich-Moosbach bevölkerte. *Lauterborn* fand sogar im Alluvium bei Ludwigshafen, an einer Stelle, über die vor 400 Jahren noch der Rhein floss, die geschlossenen Schalen der Muschel in normaler Lage im Boden steckend. Das subfossile Vorkommen des Mollusks in pleistocänen Ablagerungen der Themse stellte *Haas* fest; damit ergibt sich eine biologische Bekräftigung für die erdgeschichtliche Annahme einer einstigen Verbindung des englischen Flusses mit dem Urrhein.

Aus allem erhellt, dass P. sinuatus erst in historischer Zeit, vielleicht vor einigen Jahrhunderten, im Rheingebiet erlosch, das einst einen Teil seines weitgedehnten Wohnbezirks bildete. Auch weiter östlich, im Flussbereich von Elster, Unstrut und Saale scheint die Muschel noch im ausgehenden Mittelalter weitere Verbreitung genossen zu haben.

Das Verbreitungsgebiet von einst und jetzt von Pseudunio sinuatus in den europäischen Stromadern erhält für den Tiergeographen Wert und Bedeutung, wenn es gilt, alte Beziehungen des Rheins zu seinen westlichen Nachbarströmen aufzudecken. Ein

vorsichtiger Erforscher und gründlicher Kenner der Najaden, *F. Haas*, fasst seine Eindrücke in die Worte zusammen: „Die ehemalige Existenz des Unio sinuatus im Oberrhein deutet wohl sicher auf eine Verbindung mit einem der französischen Nachbarströme hin. Geologisch und geographisch am leichtesten denkbar wäre eine derartige Verbindung des Rhonegebiets durch den Doubs mit der Ill oder direkt mit dem Oberrhein." [18])

Es wird sich bald Gelegenheit bieten, den Wert der Flussmuscheln als Material zoogeographischer Forschung zu erörtern und besonders der Ansichten *Kobelts* zu gedenken, der nach dem Vorkommen von drei Formenkreisen von batavoiden Unionen den Rhein in drei ursprünglich getrennte Stromsysteme zerlegt: den Schweizerrhein, der mit der Donau zusammen das Urdonausystem bildete, den nach dem Mittelmeer abfliessenden Rhonerhein und den nördlichen Urrhein mit seinen Nebenflüssen, der Maas, der Schelde und der Themse.

Dann dürfen die Schwierigkeiten nicht verhehlt werden, welche die so wandelbaren und anpassungsfähigen, wenigstens in der Jugend zu weiter Verschleppung geeigneten Najaden tiergeographischer Verwendung entgegenstellen, und es wird zu betonen sein, dass die Vorsicht es verbietet, die Muschelverbreitung spekulativ allzu weitgehend auszubeuten.

Die zoologische Anstalt der Basler Universität hat es versucht, zur Lösung der interessanten Fragen über den Zusammenhang von Muschelvorkommen, Muschelwanderung und Flussgeschichte einiges beizutragen. Der Krieg brachte die Arbeit ins Stocken. Er verschloss die burgundische Pforte, das grosse Durchgangstor für Tiere des Südwestens nach dem Rheintal und sperrte damit das wichtigste Exkursionsgebiet für die Klarlegung faunistischer Beziehungen zwischen Rhone und Rhein.

Stösst schon die Besprechung des Problems der einstigen Existenz eines Rhonerheins tiergeographisch auf mancherlei Hindernisse, so steigern sich die Schwierigkeiten beträchtlich beim Versuch, Donau und Schweizerrhein zoogeographisch als ursprüngliche Einheit aufzufassen. Sicher fehlen in hohem Grade auffallende Ähnlichkeiten in der Tierwelt beider heute voneinander abgeschnittenen Gebiete nicht. Doch rufen diese faunistischen Übereinstimmungen nirgends mit zwingender Kraft der Annahme früherer, breit

[18]) Ausser den Arbeiten von *Kobelt* siehe besonders: *Haas, F.,* Die Najadenfauna des Oberrheins vom Diluvium bis zur Jetztzeit. Frankfurt a. M. 1910. — *Haas, F.,* Wege und Ziele der modernen Flussmuschelforschung, in: Die Naturwissenschaften, 1914. — *Israel, W.*, Biologie der europäischen Süsswassermuscheln. Stuttgart 1913.

offenstehender Austausch- und Wanderstrassen zwischen Donau und Rhein, und besonders bleibt die geologische Grundlage, auf der sich eine solche Annahme aufbauen liesse, unsicher und schwankend. Der Geologie aber gehört in diesen Dingen das erste und letzte Wort.

Dass allerdings während und nach dem Gletscherrückzug Wasserverbindungen zwischen dem Gebiet des Genfersees, dem Schweizerrhein mit der Aare und der Donau bestehen mussten, zeigt eine auch dem Nichtzoologen wohlbekannte Tatsache: die Verbreitung der Felchen oder Coregonen in den voralpinen Talseen Savoyens, der Schweiz, Bayerns und Österreichs und die strenge Beschränkung dieser lachsartigen Edelfische auf die genannten Wasserbecken.

Erst durch die Schmelzwasserströme der Spät- und Nacheiszeit konnten die Felchen aus dem Meer und dem Unterlauf der Flüsse in die eisfrei werdenden Seen am Nordfuss der Alpen einwandern, um in diesen ruhenden Gewässern eine zweite, den Ansprüchen der Ankömmlinge an tiefe Temperatur und Sauerstoffreichtum genügende Heimstätte zu finden. Zu der Wanderfahrt aber vom Nordmeer zum Alpenrand stand den Fischen einzig die Rheinstrasse offen. Sie führte die Felchen nicht nur in die Becken der Schweiz, sondern in stets sich verästelnden Flusspfaden und schmalen Wasserwegrinnen bis in die Randseen Savoyens und Bayerns. In jener wasserreichen Schmelzperiode verschoben sich noch mit dem beweglichen Gletscherrand die Wasserscheiden; Dämme entstanden und wurden vom Hochwasser wieder durchbrochen, und kleineren Wasseradern öffnete sich freier Durchpass bald nach dem, bald nach jenem Flusslauf. Das Postulat der Existenz eines weit ausgespannten Netzwerks von stets sich verändernden Schmelzwasserkanälen und Stauteichen am Abschluss der Eiszeit genügt zur Erklärung der heutigen Verteilung der Felchen in drei Stromsystemen, von denen zwei mit den nördlichen Meeren nicht mehr in Verbindung stehen. So wird die viel tiefer greifende, geologisch etwas unsichere Hypothese von breit flutenden Urströmen als spätglacialen Verbindungsbahnen zwischen Rhone, Rhein und Donau unnötig.

An eine spätere aktive Wanderung der Felchen vom Meer zu den Alpen und von See zu See, oder an eine passive Übertragung ihres Laichs von Becken zu Becken ist nicht zu denken; denn die hydrographischen Veränderungen formten die Randseen der Alpen zu starren Gefängnissen für die stabil werdenden Fische um, und in diesen geschlossenen Behältern suchten die Felchen als Wohnort und besonders auch als Laichstätte die grösseren Tiefen auf.

Die Fischkunde beruft sich auf weitere faunistische Tatsachen, um einen einstigen Zusammenhang zwischen dem obern Stromgebiet der Donau und des Rheins wahrscheinlich zu machen. Sie weist auf die eigentümliche Verbreitung des grössten ausschliesslichen Süsswasserfisches Europas, des Wels (Silurus glanis L.) hin.

Das im tropischen Süsswasser durch zahlreiche Verwandte reich vertretene Tier bewohnt den Osten Europas, die Zuflüsse des Schwarzen Meers, besonders das Donaugebiet und dehnt seinen Heimatbezirk bis zur Ostsee aus. Es steht im Bodensee und in dem mit diesem Becken offen verbundenen Mindelsee auf einem der am weitesten nach Westen vorgeschobenen Punkte seines Areals. Weit entfernt von diesem Vorposten tritt indessen der grosse Fisch in Exemplaren, die zwei bis drei Meter Länge erreichen, noch einmal in einer blühenden Kolonie auf. Er fühlt sich in den schlammigen Zwischenflüsschen wohl, welche die Juraseen von Neuenburg, Biel und Murten unter sich verknüpfen und wagt von den Bindestrecken aus nicht allzu selten Vorstösse in das Seichtwasser der Seen selbst. Ob es sich bei diesem isolierten Vorkommen des Wels um die abgeschnittene Endstation einer weit westwärts gerichteten vorzeitlichen Wanderung durch eine hypothetische, der Donau zuströmende Uraare handelt, bleibe dahingestellt. Es könnte die Welskolonie von Biel und Murten auch das Ergebnis der Übertragung des an vielen Orten geschätzten Speisefisches durch die Hand des Menschen sein. Ähnlich wurde im Mittelalter der Wels im seichten Sumpf- und Seegebiet des holländischen Niederrheins eingesetzt. Er gedieh im „Harlemer Meer“, einem weiten, seeartigen Süssgewässer, bis in der Neuzeit die ihm künstlich zugeteilte Heimstätte trocken gelegt wurde.

Auf alte Wasserverbindungen zwischen Donau und Rhein und auf längst abgelaufene Wanderungen soll endlich die heutige Verteilung des Riemlings (Telestes agassizii Heckel) hinweisen. Der kleine, karpfenartige Fisch charakterisiert die obere Donau und vor allem ihre Nebenflüsse. Er beschwimmt in der Limmat und Sihl, aber auch das Aaregebiet und bewohnt den Rhein an der Grenze der Schweiz gegen Vorarlberg und über Basel hinaus bis nach Breisach. Dort hält er sich sowohl im Hauptstrom, als in den schnell fliessenden Zuflüssen auf. Bei Breisach bricht der Wohnbezirk von Telestes unvermittelt und scheinbar ohne Zwang äusserer Daseinsbedingungen ab. Doch steht eine vollkommen abgetrennte Kolonie des kleinen Karpfen im oberen Neckar, der seine Wasser wahrscheinlich einst der Donau zusandte. So lässt sich der Riemling als Zeuge für früheren engen Zusammenhang von Donau und gewissen Teilen des heutigen Rheinsystems anrufen.

Neben der Ichthyologie verlangt die Molluskenkunde von Neuem Berücksichtigung bei der tiergeographischen Diskussion der Frage nach prähistorischen Verbindungswegen zwischen Rhein und Donau. Wie Pseudunio sinuatus für den Zusammenhang des Rheins mit der Rhone spricht, so soll Unio consentaneus Rossmässl. (= U. cytherea) für die Existenz von Wasserstrassen Zeugnis ablegen, die sich einst zwischen Rhein und Donau ausspannten.

Im Donaugebiet entwickelte sich im Lauf der Zeit aus der Grundform U. batavus Lam. die typische Gestalt des U. consentaneus. Dieselbe Form lebt indessen auch im Bodensee und im weitverzweigten Stromsystem der Aare und lässt sich bis in die Juraseen, in die Voralpenseen der Zentralschweiz und sogar in den Genfersee verfolgen, in Umformungsgestalten allerdings, wie sie das stehende Wasser aus dem Grundtypus herausmodelt. Es bilden sich in den einzelnen Seebecken „Reaktionsformen" der Muschel unter dem Einfluss verschiedener Lebensbedingungen. Von diesen Seeformen der zum Rhein oder zur Rhone abwässernden Wasserbehälter zeigte *Zwiesele*, dass sie in den wesentlichen Zügen ihrer Schalengestaltung deutlich auf die Donaumuschel hinweisen, und so *Kobelts* Ansicht von einer in junger geologischer Zeit bestehenden Verbindung zwischen Donau, Hochrhein und oberster Rhone mit Genfersee Recht geben.

Eigentümlich gestaltet sich die Verbreitung von U. consentaneus im fliessenden Rhein. Sie endet nicht, wie zu erwarten wäre, mit der Faunengrenze am Rheinfall. Vielmehr sammelte *Lauterborn* das Tier noch flussabwärts in stillen, sandigen Strombuchten bis nach Säckingen, auf einer Strecke also, die auch nach der Hypothese nie der Donau tributär war. Die weiter unten liegenden Stromteile des Rheins beherbergen eine andere batavoide Form der Malermuschel.

Im Ganzen lebt somit das Weichtier in denjenigen Teilen des Rheinsystems und des Rhonegebiets, die die hypothetische Annahme mit der Donau verknüpft und als alpines Quellgebiet der Urdonau betrachtet. Sie fehlt dagegen den Rheinabschnitten, die ihr Wasser nicht nach Osten entsandten.

In Würdigung dieser Muschelverteilung schreibt als Gewährsmann der Malakologe *Haas:* „Aus dem Fehlen jeder consentaneus-Form im Oberrhein darf wohl auf seine geologisch erst spät erfolgte Vereinigung mit dem Hochrhein geschlossen werden, während aus dem Vorkommen der consentaneus-Formen in letzterem eine erst spät erfolgte Trennung von der Donau zu folgern ist."

Die Ansicht, dass die Flussmuscheln ein ganz besonders geeignetes Material darstellen, um tiergeographische Fragen auf his-

törischem Wege zu lösen, findet in *Kobelt* einen warmen Vertreter. Der bekannte Weichtierforscher geht von der Feststellung aus, dass die Najaden, besonders die batavoiden Unionen, seit dem Tertiär und Diluvium in jedem Flussgebiet ein bestimmtes Grundgepräge tragen. Diese Grundformen charakterisieren die einzelnen Stromsysteme. Die Flussmuscheln besitzen ferner nur eine sehr geringe Beweglichkeit, und ihre passive Verschleppungsfähigkeit schränkt sich auf ein minimales Mass ein. Ihnen eignet, nach *Kobelt*, Stabilität im Wohnort und in der grundsätzlichen Gestaltung.

So werden die Muscheln der Seen und Wasserläufe zu Leit- und Eigenformen bestimmter alter Flussgebiete. Greifen gewisse Formen in ihrer Verbreitung auf andere benachbarte Stromsysteme über, so deutet dieser Übergriff auf ehemalige Verbindung durch heute versiegte Wasserstrassen hin. Aus der Gleichheit der Muscheln heute völlig getrennter Ströme und Strombezirke lässt sich auf vergangenen Zusammenhang dieser Gewässer schliessen; Ungleichheit der Muscheln an verschiedenen Orten ein und desselben Stromlaufs der Jetztzeit gestattet den Schluss auf historisch späte Vereinigung ehedem getrennter Flussabschnitte. Die Verteilung der einzelnen Formen von Malermuscheln, wie sie sich heute kundgibt, spiegelt die hydrographischen Verhältnisse der diluvialen und tertiären Vergangenheit wieder; sie erzählt von alten, verschwundenen Flussläufen, von Vereinigung und von Trennung von Wasseradern im Laufe geologischer Epochen.

Kobelts geistreiche Ausführungen verdienen volle Beachtung, zugleich aber auch kritische Prüfung und vorsichtige Verwendung. Denn gerade die biologischen und morphologischen Eigenschaften, welche den Najaden zoogeographischen Wert verleihen, Unbeweglichkeit und altererbte Artbeständigkeit, erleiden beträchtliche Einschränkung. Dadurch verwischen sich die den einzelnen Muschelformen gezogenen Grenzen der Geographie und der Systematik.

Jede Flussmuschel ist in der ersten Larvenjugend ein Parasit in der Haut eines Fisches. Auf ihrem Träger als unwillkommener Gast festgeheftet, unternimmt sie passive Reisen, und nach Wochen erst und Monaten fällt sie von der Fischhaut ab in den Schlamm der Gewässer, oft fern vom Bach oder Teich, der ihr das Leben gab. Diese Verschleppungsfahrten mögen wenigstens im Laufe der Zeiten, in der Folge der sich ablösenden Muschel- und Fischgenerationen, weite Strecken durchmessen. Sie führen von Flussteil zu Flussteil, von See zu See. Sie können als Bahn Kanäle benützen, die verschiedene Stromsysteme verknüpfen, unbekümmert um die tiergeographischen Grenzen, welche die Wissenschaft in die Gewässernetze

legt. So wäre es denkbar, dass durch den Rhein-Rhone-Kanal heute noch mit Muschelbrut beladene Fische ausgewechselt werden zwischen dem grossen Strom, der zur Nordsee fliesst und demjenigen, der sich zum Mittelmeer wendet. Mit der Möglichkeit solchen neuzeitlichen Austauschs würde Pseudunio sinuatus seine Stellung als Dokument für eine frühere Verbindung zwischen Rhone und Rhein einbüssen.

Die Flussmuschelschale stellt eines der unbeständigsten und veränderlichsten Hartgebilde in der ganzen Tierreihe dar. Jeder Bach, jeder Teich, jedes Ufer, jede Bucht giesst dieses plastische Material in seine eigenen Anpassungs- und Reaktionsformen. Gleiche Lebensbedingungen formen aus primär Ungleichem Gleiches, und verschiedenartige Verhältnisse der Umwelt modeln ursprünglich gleiche Schalen zu unähnlichen Gebilden um. Manches Gewässer beherbergt auf engem Raum nach dem Wechsel von Untergrund, von Strömung und Ernährung verschiedene Muscheln, und in weit auseinanderliegenden Fernen entstehen unter dem Druck übereinstimmender Bedingungen des Wohnorts konvergent ähnliche Schalen. Damit verlieren die Najaden feste Artumrisse, und zugleich schwindet ein grosser Teil ihres Werts für die Tiergeographie. Denn nur die reine Stammart, in der sich Blutverwandtschaft ausdrückt, kann dem genannten Wissenszweig einwandfreies Forschungsmaterial bieten, nicht aber die Konvergenzform, das blosse Resultat gleichsinnig gerichteter sekundärer Anpassung. Es gehört zu den schwierigsten Aufgaben, die wirklichen Artmerkmale der Najaden mit genügender Sicherheit von den Konvergenzcharakteren loszulösen, die Züge steter Vererbung und äusserer, fast launenhafter Variation zu scheiden und dadurch die Grundformen freizulegen. Diese allein geben Auskunft über Zusammengehörigkeit und Verwandtschaft und können daher zoogeographischen Wert beanspruchen. So richtig der von *Kobelt* eingeschlagene Weg sein mag, Anpassungsfähigkeit und Variabilität der Muschelschale macht ihn schwer begehbar und mahnt bei seiner Benützung zu grösster Vorsicht.

Nicht nur die Verschleppungsmöglichkeit der Najaden im Jugendzustand und ihre Artunbeständigkeit stellt der zoogeographischen Verwendung ernste Schwierigkeiten in den Weg. Es ist bei jedem Versuch, alte Stromzusammenhänge durch das Vorkommen der Muscheln zu bestimmen, auf die Lokalgeschichte des Schauplatzes besonders Rücksicht zu nehmen. Im speziellen Fall der Überprüfung der Hypothese vom einstigen Zusammenhang von Donau, Rhein und Rhone fällt als schwerwiegendes Gewicht der Umstand in die Wagschale, dass zur Zeit maximaler Diluvialvergletscherung das ganze heutige Heimatgebiet von Unio consentaneus am Ober-

rhein, im Aarebezirk und im Genfersee unter einer drückend lastenden Eisdecke von ungeheurer Mächtigkeit ruhte. Unter dieser gewaltigen Last erstarb das Leben. Die der Flucht unfähigen Najaden wurden vernichtet, und das Bild ihrer präglacialen Verbreitung ward zerstört.

Als endlich die Eismassen zurückwichen, wanderten spät und zögernd die Flussmuscheln in die sich öffnenden Gewässer ein; denn die an Geschiebe und Geröll reichen, kalten und trüben Gletscherströme werden den leicht zerstörbaren Unionen und den Trägern ihrer Larven, den Fischen, so wenig wie heute eine freundliche Herberge geboten haben. So scheint der Schluss nicht allzu kühn, dass das heutige Verbreitungsbild der Najaden im Strombereich Rhone-Oberrhein-Donau erst spät postglacial sich formte. In jene Zeit also wäre ein Tieraustausch zwischen den heute getrennten Flussläufen zu datieren.

Ob damals weit offene Stromstrassen zwischen Rhein und Donau bestanden, mag die Geologie entscheiden. Für den biologischen Vorgang der Tierwanderung und für sein Ergebnis, die heutige Tierverbreitung, genügt es vielleicht, ein zwischen Donau und Rhein geflochtenes Netz von Schmelzgewässern zu fordern, auf dem in aktiver Verbreitungsfahrt die Felchen und Saiblinge zogen und auf Fischen festgeheftet in passiver Verschleppungsreise die Muschellarven vertragen wurden.

Die Najadenforschung bleibt eine schlüssige Antwort auf die Frage über den früheren Verlauf der Ströme schuldig. Sie muss den Entscheid dem Geologen und Geographen überlassen, und erst wenn diese gesprochen, wird auch der Zoologe seinen bescheidenen Beitrag zur Lösung der hydrographischen Probleme einer entlegenen Vergangenheit mit in Rechnung stellen dürfen.

Ihm muss es zunächst genügen, den Rhein zu kennen als eine reich pulsierende Ader, als einen Lebensspender und -verbreiter, eine Strombahn, auf der das Leben stündlich hinausflutet vom Gebirge zum Meer und wieder zurück von der Mündung zur Quelle. Dabei muss er sich bewusst sein, dass dieses stete Wechselspiel sich abrollt, seitdem der Rhein fliesst, und dass mit jedem neuen Abschnitt in der langen Geschichte des Stroms auch ein neues Kapitel in der Geschichte der strombewohnenden Tierwelt beginnt. Das Schicksal des Wohnorts, der flutenden Welle, bedeutet auch hier das Verhängnis der Bewohner.

Der Strom fördert das Leben und öffnet ihm ferne Weiten; er stemmt sich indessen auch als Schranke und Hindernis der Tierausbreitung entgegen und erzielt so die der Ausdehnung ent-

gegengesetzte Wirkung, geographische Begrenzung der Tierarten und Rückstauung ihrer Wanderungen.

Solche hemmende Wirkung des Stroms verspüren Flieger und Schwimmer nicht. Sie queren das flutende Hindernis mit Flosse und Ruder, mit aktivem Flügelschlag oder in passivem, durch den Wind vermitteltem Flug. Auch manche des Schwimmens und Fliegens unkundige Geschöpfe, Geher und Kriecher des festen Erdbodens, trägt die Welle, der vom Flussbord losgerissene Busch, der im Strom treibende Baumstrunk unversehrt von Ufer zu Ufer. Eine derartige Fahrt mag der Rhein in vergangenen Zeiten, als seine Wassermasse noch nicht in breitem einheitlichem Bett eilig dahinrollte, besonders begünstigt haben. Damals löste sich das Stromband in ein reich zerfasertes Aderwerk langsam fliessender Rinnsale, die sich trafen und trennten, vereinigten und wieder spalteten. Aus dem Netz der Kanäle und zu ruhigen Teichflächen sich weitenden Stromarmen ragten mit Weidengebüsch bedeckte Inseln, Kiesbänke und Sandflächen, die das Hochwasser aufschüttete und wieder abtrug. Alle diese ephemeren Eilande aber wurden den Tieren zu Raststätten und Brückenpfeilern bei der Querung des Stroms. Nicht selten wählte sich der hochgehende Rhein neue Bahnen; er schnitt Festlandteile vom Ufer ab und drängte sie, indem er das alte Bett mehr und mehr verliess, auf die entgegengesetzte Flusseite. Dieses Mäanderspiel, die Bildung von Schlingen und Schleifen und die Verschiebung von Erdschollen und Inselchen verpflanzte zugleich der Wasser- und Luftbewegung abholde oder unkundige Tiere ohne ihr Zutun von Bord zu Bord.

Am Oberrhein treffen und mischen sich zwei Tierströme, ohne dass der Fluss ihnen dauernd und vollständig Halt gebieten könnte. Sie verlaufen örtlich in entgegengesetzter Richtung und nahmen zeitlich wohl ihren Ursprung, seitdem die weitesten Landstrecken durch den Gletscherrückzug die Eisbedeckung verloren. Auch heute sind diese Ausbreitungsströme noch nicht versiegt. Der eine entstammt dem Südwesten, den Gestaden des Mittelmeers vor allem; er benützt als Wanderweg nach Norden die Täler von Rhone und Saone und ergiesst sich durch die burgundische Pforte in ziemlich starken Wellen gegen den Rhein. Der andere Tierstrom entspringt im pontischen Südosten Europas, in den sarmatischen Steppen und in den Grasfluren Ungarns. Ihm dient das Donautal als Ausbreitungsbahn nach Westen. Auf dem langgezogenen Weg versickert der Strom allmählich; doch fliesst ein schmaler Faden bis an den Oberrhein.

Über die Rheinschranke haben beide Wanderheere ihre Ausspäher und nicht selten sogar stattliche Vorhuten gesandt. Längst

ist der Hamster aus dem Osten in die Getreidefelder des Elsass eingebrochen, und umgekehrt hinderte der Rhein die farbenschillernde grüne Eidechse und den Springfrosch nicht am weitern Vormarsch aus dem Süden und Westen. Sogar die wasserscheuen und bodenständigen Festlandschnecken verstanden es, in geduldigem Ausharren endlich die Gelegenheit zur passiven Überschreitung der Rheingrenze zu finden. Je mehr sich die faunistischen Beobachtungen häufen, desto seltener ergibt sich für eine Schneckenart, liege ihre Heimat ursprünglich im Westen oder Osten, Einschränkung auf das linke oder rechte Ufer des Oberrheins.[19]) Der Drang der Art, ihr Wohngebiet auszudehnen, wird durch den breiten, wellenbewegten Strom nicht gemeistert.

Noch fester als die Schnecken heftet sich an die Scholle eine Abteilung der Tausendfüsser, die Diplopoden. Sie leben verborgen, ihre Verbreitungsmittel sind schwach, ihre Verschleppungsfähigkeit bleibt eine sehr geringe. So steigert sich die Bodenständigkeit dieser Tiere und vermindert sich ihre Wanderfertigkeit. Sie bleiben während langen Zeiträumen auf den Bahnen stehen, die beweglichere Geschöpfe in eiligen Schritten durchmessen. Ein ausgezeichneter Kenner der Diplopoden schreibt in jüngster Zeit: „sie sind befähigt, als uralte lebende Dokumente für ehemalige Erdzustände zu dienen, indem sie mit unübertrefflicher Zähigkeit alte Wohngebiete festhalten.“[20])

Für die Diplopoden bedeutet ein kräftiger Flusslauf eine Wegsperre oder zum mindesten ein sehr schwer zu besiegendes Verbreitungshindernis. In seiner grosszügigen Abhandlung über die zoogeographischen Verhältnisse der Diplopoden, vom historischen und biologischen Gesichtspunkte aus geprüft, nennt *Verhoeff* unter den Faktoren, welche die Verteilung dieser Tiere bestimmen, in erster Linie die grösseren Flusstäler. Flüsse und Eisströme setzen und setzten der nach allen Seiten wirkenden Ausbreitungstendenz der Arten Schranken. „Die grossen Flusstäler,“ so fährt der Autor fort, „wirken sowohl durch ihre Wassermassen, als auch durch die in ihnen früher teilweise geführten Eisströme oder im Vergleich mit heute viel gewaltigeren Schmelzwasserströme.“ „Die meisten Tausendfüsser dagegen konnten nach wie vor die grossen Flüsse nicht überwinden.“

---

[19]) *Zschokke, F.* Die Tierwelt der Umgebung von Basel nach neueren Forschungen. Verhandlungen Naturf. Ges. Basel, Bd. 28, 1917.

[20]) *Verhoeff, K. W*, Zur Kenntnis der Zoogeographie Deutschlands, zugleich über Diplopoden namentlich Mitteldeutschlands und Beiträge für die biologische Beurteilung der Eiszeiten. Nova Acta, Bd. 103, Halle 1917.

An Richtigkeitsbelegen für solche Sätze mangelt es *Verhoeff* nicht. Er zeigt, wie eine scharfe Grenze der Diplopodenverbreitung mit dem Oberlauf der Donau zusammenfällt. Durch die Eismassen der Gletscherzeit wurden die norddeutschen Tausendfüsser nach Süden gedrängt. Der Weiterschub stiess auf der Linie Donau-Rheingletscher-Bodensee-Rhein auf ein unüberwindliches Hindernis. Auf der anderen Seite bildete der Donaustrom und die durch Schmelzwasser erzeugten Seen und Sümpfe der schwäbisch-bayerischen Hochfläche eine Schranke für die Ueberwanderung südlich beheimateter Diplopoden nach Mitteldeutschland. Sie trug zur Isolierung der alpenländischen Formen mächtig bei. So konnte eine Mischung der Diplopodenbestände nördlich und südlich der Donau auch während der diluvialen Kältezeiten nicht oder nur in geringem Grade stattfinden, und die beiden geographisch durch den Strom getrennten Tiergruppen bewahrten bis heute ihre Eigenart.

Noch viel verwickelter als an der Donau gestaltet sich die Diplopodenverteilung am Rhein. In dieser Komplikation klingt die an grossen Ereignissen und Zwischenfällen reiche Geschichte des Stroms im Spättertiär und Diluvium nach. Die Verbreitung der Diplopoden steht in vollem Einklang mit den geologischen Vorgängen, die den Strom betrafen, sodass *Verhoeff* mit dem Satz Recht behält: „Die Diplopoden sind infolge ihrer langsamen und gleichmässigen Ausdehnungsweise die denkbar besten Objekte zum Studium der historischen Tierströme.“

Der Rhein sorgte dafür, dass die östlich und westlich von ihm gelegenen Gaue einen Formenaustausch nur in beschränktem Masse durchführen konnten. Das prägt sich in einer wesentlich verschiedenen Zusammensetzung der Diplopodenbevölkerung von Elsass und Baden besonders scharf aus. Nahe verwandte Formen der Gattung Xylophageuma, die die beiden genannten durch den Rhein geschiedenen Bezirke vikarierend bewohnen, mögen auf einen gemeinsamen präglazial, also zu einer Zeit lebenden Vorfahr zurückgehen, da der Rhein noch nicht nordwärts floss. Für spätere Zuwanderer aber aus dem Osten und Westen blieb der Oberrhein eine trennende Schranke. Sie liess sich nur durch das Zufallsspiel des Mäander bildenden Stroms oder auf dem gelegentlichen Fahrzeug treibender Wurzelstöcke und Stämme überwinden. So gelang es einzelnen Diplopodenarten, Vorposten auf das jenseitige Ufer zu schieben.

Wo heute geologisch jüngere Flusstrecken strömen, bestanden in relativ neuer Zeit noch für Diplopoden begehbare Festland- und Eisbrücken. An solchen Stellen zeigt das Verbreitungsbild kräftige, nur historisch zu deutende Vorstösse über den Rhein der Jetztzeit.

So dringt aus dem Westen Glomeris marginata zwischen Bingen und Bonn ziemlich weit östlich vor; sie fand dort auf ihrer Wanderung wohl noch nicht den reissenden Strom, sondern festes Erdreich. Aehnlich vollzog sich auf der Hochrheinstrecke Waldshut-Konstanz ein Austausch von Diplopoden des helvetischen und alemannischen Gaus. Schweizerformen stossen dort nach dem Schwarzwald vor, und umgekehrt überschreiten alemannische Arten den Strom nach Süden. Gerade die Rheinstrecke Waldshut-Konstanz aber ist verhältnismässig jungen Datums. Dort flossen auch die Alpengletscher weit nach Norden. Sie trugen auf ihrem Eisrücken mächtige Moränenwälle, die abgehärteten Kältetieren als willkommene Bahn zur Wanderschaft dienen mochten. Das auffallende Vordringen von Diplopoden hin und her über den Rhein lässt sich als Zeugnis für die frühere Gegenwart von Brücken an Stellen auffassen, über die heute der Strom seinen Weg nimmt.

Umgekehrt wurden im Gang der Zeit nicht nur alte Brücken weggerissen; es bildeten sich auch neue an Orten, über die einst das Wasser floss. Und wieder fällt auf gewisse Eigentümlichkeiten in der Verbreitung der Diplopoden helles Licht durch die Annahme des Aufbaus fester und breiter Landbrücken zwischen früher durch ein Stromhindernis scharf getrennten Bezirken.

Spättertiär und vielleicht noch frühdiluvial strömte der Rhein, wie in anderem Zusammenhang erörtert wurde, durch die burgundische Pforte nach dem Saonegebiet Es legte sich eine für Diplopoden unüberschreitbare Barriere zwischen Jura und Vogesen. Später fiel die Flusschranke; der Strom bog nach Norden ab und gab den Weg quer durch das Tor von Gebirge zu Gebirge frei. Die Diplopoden betraten die neue trockene Strasse zur Wanderfahrt nach Norden. Heute besiedeln schon einige schweizerische Arten die Südtäler der Vogesen und die Gegend von Belfort. Einzig den Helvetiosomen gelang der Vormarsch nicht. Sie verlangen zum Aufenthalt den kühlen Schatten und die Feuchtigkeit tiefeingeschnittener Waldtäler. Solchen Sonderansprüchen an den Wohnort vermochte die der Sonne weitgeöffnete, waldarme Pforte nicht zu genügen; sie blieb für die Angehörigen der Gattung Helvetiosoma weiter ein Wanderhindernis, auch nachdem der nach Westen gerichtete Rheinlauf längst versiegt war. Die geologischen Befunde über die Hydrographie des Stroms in der Vergangenheit erhalten durch die geographische Verbreitung der Diplopoden in der Gegenwart eine willkommene Stütze [21]).

[21]) *Verhoeff K. W.*, Rheintalstrecken als Zoogeographische Schranken. Zoolog. Anzeiger Bd. 39, 1912.

Verhoeff K. W., Die Kreise des alemannischen Gaus, der helvetische Rheintaldurchbruch und zwei neue deutsche Chordeumiden. Zoologischer Anzeiger, Bd. 45, 1915.

Der Rhein erfüllt für die Verbreitung der Organismen eine doppelte Aufgabe. In seinem Längsverlauf öffnet er besonders den aquatilen Lebewesen stark beschwommene Wanderbahnen hinab zum Meer und hinauf zum Gebirge, und er legt sich den Wanderungen vieler Landtiere als hemmende Querschranke entgegen. So fördert und hindert der Strom die Wanderschaft der Tiere und bestimmt damit weitgehend das Bild ihrer geographischen Verbreitung. Die geologische Wandlung des Stroms aber wird zugleich zur Geschichte der von ihm gehemmten und geförderten Tierströme.

Manuskript eingegangen, 30. Okt. 1918.

Experimentelles über die Widerstandsfähigkeit des Batrachierlaiches gegen Austrocknung.

Zur Frage nach der passiven Verbreitung der Amphibien.

Von

N. Lebedinsky und R. Menzel.

Die passive Verbreitung der Wassertiere kommt in der freien Natur auf mancherlei Art zustande. Sehr wichtig für diese biologisch so interessante Erscheinung soll nach zahlreichen Beobachtungen ausser den Wasser- und Luftströmungen die Mitwirkung von allerlei Wasservögeln sein, die vielen Tieren bezw. deren Keimen eine bequeme „Fahrgelegenheit“ für die Reise von einer Wasseransammlung zur andern zu bieten vermögen. „Von ganz besonderer Bedeutung .... für die Verbreitung der Wasserbewohner“, schreibt *Kurt Lampert* (1910), „hat sich der Schlamm erwiesen, welcher den Füssen der Wasservögel anhaftet. Darwin war auch hierin der erste, der auf die Verschleppung von Mikroorganismen durch Schlamm hingewiesen hat .... Ihm ist in neuerer Zeit besonders Jules de Guerne gefolgt. Die Untersuchung solcher Schlammproben ergab von tierischen Keimen hauptsächlich Wintereier von Daphnien und Statoblasten von Bryozoen. Kulturversuche ergaben Nematoden, Rädertiere, Rhizopoden. Besonders leicht können auf diese Weise auch Ostrakoden transportiert werden, welche ja Schlammbewohner und durch ihre .... Schale gegen rasches Austrocknen geschützt sind ....“

Über die Fischeier berichtet *P. Kammerer* (1907), dass er aus einer einige Wochen ausser Wasser verbliebenen Schlammprobe (aus dem Adriatischen Meer bei Triest) „neben marinen Amphipoden und Isopoden sogar zwei Exemplare eines kleinen Kärpflings: Lebias calaritanus = Cyprinodon fasciatus“ ziehen konnte. „Die Möglichkeit einer Verschleppung, namentlich durch Wasservögel, an deren Beinen Schlamm anhaftet, erscheint hiedurch gegeben.“

„Ebenso kann der Laich mancher Amphibien“, sagt *O. Maas* in seiner anregenden Studie: Lebensbedingungen und Verbreitung

der Tiere, „z. B. der Kröten, der zum Unterschied vom Froschlaich nicht in Klumpen oder Ballen, sondern in langen Schnüren, Ei an Ei durch eine gallertige Hülle verbunden, abgelegt wird, durch Wasservögel und vielleicht auch andere Wassertiere weiter transportiert werden. Die Laichschnüre schlingen sich um die Füsse der Wasservögel, und die Gallerte bewahrt die Eier während des Transportes in der Luft eine Zeitlang vor dem Austrocknen."

Dass die Eier zahlreicher niederer Süsswasserorganismen, sowie deren verschiedene Ruhezustände, sich zur Verschleppung durch Vögel ganz besonders gut eignen, ist durch die oben zitierten Experimente sicher genug bewiesen. — Die erste Bedingung dazu, eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die Austrocknung, ist bei allen hier in Frage kommenden Stadien in hohem Masse ja gegeben. Anders verhält sich jedoch die Sache mit der Verschleppungsmöglichkeit der Batrachiereier. Aus der blossen Tatsache, dass die an den Füssen der Wasservögel hängen gebliebenen Eier von einem Wasserbecken in ein anderes transportiert werden können, folgt eben noch nicht, dass dadurch auch tatsächlich die Verbreitung der Art ermöglicht wird. Es wäre nämlich denkbar, dass der wasserreiche Laich unserer einheimischen Batrachier beim Transport durch die Luft der Austrocknung zum Opfer fallen kann.

In der vorliegenden kleinen Studie haben wir es nun unternommen, experimentell festzustellen, ob der Batrachierlaich die Luftexposition auch längere Zeit erträgt, ob er sich also auch zur Verschleppung auf grössere Distanzen eignet.

Wohl finden sich in der Literatur einige in dieser Hinsicht interessante Angaben, sie sind jedoch nur selten für unsere speziellen Zwecke verwendbar.

Es mag zunächst erwähnt werden, dass nach *A. Brauer* (1898) bei einem Frosch der Seychellen (Arthroleptis seychellensis) die Eier unter abgefallenes feuchtes Laub abgelegt werden, um so ihre ganze Embryonalentwicklung an der Luft zu durchlaufen. Auch der Laich unserer Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans) wird an der Luft gezeitigt, nur werden hier die Eischnüre vom männlichen Tier um seine Beine gewickelt herumgetragen; es geht höchstens während sehr trockener Witterung für kurze Zeit ins Wasser (*Doflein* 1914).

Zahlreiche Forscher befassten sich mit der Zeitigung der Alytes-Eier, ohne Brutpflege des Vaters, auf dem Lande. Während *de l'Isles* (1873) und später *Fischer-Sigwart* (1885) negative Resultate erhielten, gelang es *Lataste* (1877), *Héron-Royers* (1878) und neuerdings *P. Kammerer* (1906), die Möglichkeit der Embryonalentwicklung ohne die Brutpflege des Männchens experimentell

nachzuweisen. Doch all diese Versuche wurden entweder auf feuchtem Boden (bezw. Moos usw.) oder aber in den mehr oder weniger feucht gehaltenen Terrarien ausgeführt und sind daher für unsere Frage von beschränkter Bedeutung. Auch kommen die beiden erwähnten Arten, gerade wegen ihrer Brutpflegeinstinkte, für die Verbreitung durch Wasservögel überhaupt kaum in Betracht.

Über andere im Wasser laichende Batrachier finden wir in der Literatur nur wenige genaue Beobachtungen, die hier verwertet werden könnten. Wenn wir von den uns leider nur aus der Arbeit von *Loisel* (1900) bekannt gewordenen Angaben von *Bert* (1866) über die Unschädlichkeit eines 24stündigen Luftaufenthaltes für den Batrachierlaich absehen, finden sich fast einzig in der bereits zitierten Publikation von *P. Kammerer* (1906) etwelche massgebende Anhaltspunkte. So erwiesen sich nach dieser Arbeit die Eier unserer einheimischen Batrachier mit einer weiter unten erwähnten Ausnahme, einzeln der Luft ausgesetzt, als ganz auffallend wenig widerstandsfähig. „Die Eier können zwar .... ausser Wasser in einem sehr feuchten Medium zur Reife, die Larven etwas verspätet zum Ausschlüpfen gebracht werden ...., aber vollkommener Trockenheit bieten sie höchstens etliche Stunden Widerstand, so lange nämlich, als die Gallerte noch nicht ihres gesamten Wassergehaltes verlustig gegangen, der Vertrocknungsprozess also noch gar nicht bis zum eigentlichen Ei vorgedrungen ist."

Nach *Kammerer* sterben die der Austrocknung preisgegebenen Eier von

Rana esculenta	binnen	1½	Stunden
Rana temporaria	„	3	„
Bufo vulgaris	„	4	„

Hingegen fand derselbe Forscher, dass bei Hyla arborea die meisten der frisch abgelegten Eier auch nach 72 Stunden vollständiger Austrocknung ebenso lebensfähig wie zuvor sind. Der Laubfrosch ist also der einzige unter den heimischen Anuren, dessen Laich eine mehrtägige absolute Trockenperiode aushält; und so darf man wohl behaupten, dass er durch diese seine Eigenschaft sich zur Vertragung durch Wasservögel auch auf ganz grosse Entfernungen in besonderem Masse eignet.

Die übrigen, auf experimentellem Wege gewonnenen Resultate Kammerer's vermögen jedoch nicht, uns eine Vorstellung von der Tauglichkeit einzelner Laicharten zum Lufttransport zu geben, und zwar darum, weil diese Angaben sich wie erwähnt immer auf einzelne Eier und nicht auf kleine Laichportionen beziehen. Es ist aber von vornherein klar, dass letztere bedeutend widerstands-

fähiger gegen die Austrocknung sein müssen als einzelne Eier, auch kommen sie für den Lufttransport durch Vögel viel eher in Betracht (vergl. *Maas, Dürigen*).

Von solchen Gedanken ausgehend haben wir auch unsere Versuche entsprechend modifiziert und immer einige Eier zusammen („3er, 4er, 5er usw. Gruppen“) für unsere Experimente verwendet. Wir sind uns wohl bewusst, dass nicht nur zwischen den in Betracht kommenden Teilen des Vogelkörpers einerseits und den von uns verwendeten Glasplatten andrerseits ein Unterschied in bezug auf Temperatur besteht, sondern dass auch die Wirkung der durch den raschen Vogelflug gesteigerten Verdunstung auf die Laichportionen in unsern Versuchen wegfällt. So kommt unseren Befunden nur eine relative Gültigkeit zu.

Material und Technisches.

Untersucht wurden aus naheliegenden Gründen drei bei Basel häufige Arten: Bufo vulgaris Laur., Rana temporaria L. und Rana esculenta L. Die gemeine Kröte stammt aus dem Bassin eines Privatgartens in der Nähe von Basel. Unweit von diesem Ort holten wir die beiden Rana-Arten aus Wiesengräben am Rande der „Langen Erlen“, und zwar fanden sich, wie dies mit den einschlägigen Angaben in der Literatur übeinstimmt, die Laichklumpen von Rana temporaria bedeutend früher als diejenigen von Rana esculenta (siehe Versuche). Der Laich wurde sorgfältig mit Netz oder direkt mit den Transportgefässen aufgefangen und nach etwa einer halben Stunde im Aquarienraum der Zoologischen Anstalt in passende Glasschalen verteilt.

Versuchsanordnung: Die Laichportionen für eine Versuchsreihe wurden von ein und demselben Eiklumpen mit Schere und Pinzette abgetrennt und auf Glasscheiben gebracht. Die Scheiben eines Versuches kamen stets nebeneinander zu liegen und zwar auf einer Holzkiste unter einem Baum im Hof der Zoologischen Anstalt. Dieser Platz liegt unmittelbar am Rhein, etwa 6—8 m über dem Wasserspiegel, und ist gegen Süd- und Westwind sozusagen vollkommen durch die Wand des Universitätsgebäudes, in welchem sich die Zoologische Anstalt befindet, und angrenzende Mauern geschützt, während Nord- und Ostwinde freien Zutritt haben. Wegen dieser geschützten Lage sind die in den Protokollen angeführten Wetterangaben der hiesigen meteorologischen Station für unsere Versuche nur als annähernd zutreffend zu bezeichnen. Bei regnerischer Witterung wurden zudem die Laichportionen in dem stets ungeheizten Aquarienzimmer der Zoologischen Anstalt unterge-

bracht, wenn möglich bei offener Türe gegen den Hof. Trotzdem war in diesen Fällen die Luft naturgemäss gesättigter an Wasserdämpfen als draussen, weshalb in den Protokollen immer genau angegeben wurde, ob und wie lange sich die Proben im Aquarienraum befanden.

Nach dem jeweiligen Aufenthalt an der Luft kamen die Laichportionen zurück ins Wasser, indem zugleich vorher (wie übrigens auch vom Ausgangsstadium) ein Teil zur Feststellung des erreichten Stadiums fixiert wurde. Die Portionen jeder Versuchsreihe wurden in gleich grosse Gefässe mit gleich viel Wasserpflanzen gebracht, bei stark angetrocknetem Zustand mit der Glasscheibe, da ein Entfernen des Laiches von derselben, ohne die Eier zu verletzen, dann unmöglich war.

Bei den Versuchen mit kleinen Portionen, den 2er, 4er Gruppen etc. (vergl. Versuche K, M und N) wurden, um ein möglichst genaues Bild der Entwicklungsfähigkeit zu erhalten, gewöhnlich mehrere gleich grosse Portionen zu einem und demselben Versuche (gleiche Zeitdauer) verwendet.

Die meteorologischen Angaben verdanken wir dem freundlichen Entgegenkommen der meteorologischen Anstalt der Universität Basel.

Beschreibung der Versuche.

Dieser Abschnitt unserer Arbeit bezweckt, ein allgemeines Bild der angestellten Experimente zu geben, und so dem Leser ein selbständiges Urteil über die Beweiskraft der ganzen Untersuchung zu ermöglichen. Wir haben uns bei der Beschreibung der Versuche der Übersichtlichkeit wegen der bestmöglichen Kürze befleissigt und soweit angänglich tabellarische Zusammenstellungen dem laufenden Text vorgezogen. Genauere Angaben und Einzelheiten können in beigegebenen Protokollen nachgeschlagen werden, während alle gesammelten Erfahrungen im Abschnitt „Ergebnisse“ zusammenfassend behandelt sind.

Zu unseren Versuchen wurden, wie bereits erwähnt, nur drei Batrachierarten verwendet: Bufo vulgaris Laur., Rana temporaria L. und Rana esculenta L.

Bufo vulgaris (Erdkröte).

Versuchsreihe A. 11. und 12. Mai 1917. Der auf dem Stadium einer jungen Gastrula (Rusconi'sche Rinne höchstens halbkreisförmig) sich befindende Laich wurde in Schnüren zu etwa je 100 Eier der Austrocknung ausgesetzt.

Dauer der Luftexposition (Stunden):	2	4	9	18	24
Zahl der ausgeschlüpften Larven in %:	48	36	2	1,2	0

Die geringe Entwicklungsfähigkeit dieses Laiches schon nach der zweistündigen Austrocknung lässt auf mangelhafte Besamung schliessen.

Versuchsreihe K. 24.—26. April 1918. Ausgangsstadium: Mikromeren bei achtfacher Vergrösserung noch deutlich sichtbar.

Stunden an der Luft	Anzahl der Eier in der Portion	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
3	2	50
3	10	90
19	10	78
27	10	13
43	10	0

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass alle Eier während des Luftaufenthaltes auf dem Ausgangsstadium stehen blieben, um erst nach der Versetzung ins Wasser ihre Entwicklung fortzusetzen. Wie wir gleich sehen werden, verhalten sich die Froscheier diesbezüglich ganz anders.

Rana temporaria (Grasfrosch).

Weitaus die meisten unserer Versuche beziehen sich auf diese Art. Die Versuchsreihe B, als eine der ersten, wurde an einer zu grossen Portion angestellt, sodass ihr bloss der Charakter eines Vorversuches zukommt. Für unsere Zwecke ganz besonders wichtig sind die Versuche C—G, die eine in sich abgeschlossene Serie darstellen. Sie alle wurden genau zu gleicher Zeit, unter den ganz gleichen äusseren Bedingungen, ausgeführt, sodass der (ausser der Schwankungen in der Portionengrösse) einzige Unterschied zwischen diesen Versuchsreihen im Ausgangsstadium liegt. Und zwar haben wir hier folgende Stadien gehabt: G—8 Blastomeren, C—8 Makromeren, D—Beginn der Gastrulation, F—grosser Blastoporus, E—kleiner Blastoporus. In dieser Reihenfolge sollen diese Versuche auch beschrieben werden.

Versuchsreihe B. 14.—19. März 1918. Ausgangsstadium: 4 Blastomeren. Da die meisten der der Luftexposition unterworfenen Portionen für unsere Zwecke zu gross waren, so mag hier nur erwähnt werden, dass eine 62 Eier enthaltende und 112 Stunden lang der Austrocknung ausgesetzte Eiergruppe immer noch

15 Larven lieferte = 24 %. In der Kontrollzucht sind ca. 100 % Larven ausgeschlüpft.

Versuchsreihe G. 18.—20. März 1918. Ausgangsstadium: 8 Blastomeren.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
16	23	Mikromeren für blosses Auge noch sichtbar	100
23	33	Makromeren noch sichtbar	91
40 *	38	Makromeren nicht mehr sichtbar	95
47 *	33	" " " "	88
65 *	19	Rusconi'sche Rinne $1/2$ kreisförmig	68
71 *	32	Rusconi'scher Kreis fast vollständig	53
89 *	32	Rusconi'sche Rinne kreisförmig	63
95 *	15	Blastoporus mittelgross	20

* Darunter wegen des regnerischen Wetters einige Stunden im Aquarienzimmer des Zool. Institutes (vgl. Protokolle). Auch in den Versuchsreihen C, D, F, E und H hat * dieselbe Bedeutung.

Versuchsreihe C. 18.—22. März 1918. Ausgangsstadium: Furchung, 8 Makromeren. In jeder Portion ca. 25—30 Eier.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
16	27	Zahlreiche Makromeren	100
23	32	Makromeren für blosses Auge undeutlich	65
40*	29	Mikromeren bei achtfacher Vergrösserung kaum unterscheidbar	89
47*	30	Beginn der Gastrulation	83
65*	28	Rusconi'sche Rinne bis $1/2$ kreisförmig	78
71 *	44	" " fast kreisförmig	72
89*	33	Rusconi'scher Kreis meist vollständig	72
95*	26	Blastoporus ziemlich klein	0

Der plötzliche Schwund jeder Entwicklungsfähigkeit im Laufe der letzten 6 Stunden ist uns unerklärlich geblieben.

Versuchsreihe D. 18.—22. März 1918. Ausgangsstadium: Rusconi'sche Rinne erst angedeutet.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
16	29	Rusconi'sche Rinne 1/3 kreisförmig	100
23	38	„ „ 1/2 „	95
40*	24	Blastoporus ziemlich klein	100
47*	24	„ sehr „	100
65*	27	Dotterpfropf kaum sichtbar	85
71*	16	„ „ „	0
89*	16	„ „ „	0
95*	23	Schluss des Blastoporus	35

In dieser Versuchsreihe ist die Abhängigkeit der Widerstandsfähigkeit gegen die Austrocknung von der Anzahl der Eier in einer Portion besonders deutlich.

Versuchsreihe F. 18.—22. März 1918. Ausgangsstadium: grosser Blastoporus.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
16	32	Blastoporus kleiner	97
23	27	„ sehr klein	93
40*	35	„ oval, Medullarwülste	94
47*	25	Medullarwülste höher	96
65*	24	„ hinten einander fast berührend	96
71*	22	Medullarwülste hinten verwachsen, vorn einander berührend	82
89*	18	Kopfabschnitt deutlich, Spinndrüsenanlage	83
95*	14	Embryonen länger, seitlich gekrümmt	57

Versuchsreihe E. 18.—22. März 1918. Ausgangsstadium: Blastoporus recht klein.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
16	29	Blastoporus noch kleiner	97
23	27	„ oval	93
40*	17	„ beinahe geschlossen	88
47*	17	Schwache Medullarwülste	65
65*	24	Beginn der Längsstreckung	79
71*	14	Medullarwülste hinten verwachsen	64
95*	11	Kopfabschnitt und Schwanzknospe deutlich	55

Versuchsreihe H. 18.—22. März 1918. Ausgangsstadium: unmittelbar vor dem Auftreten der Rusconi'schen Rinne.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
16	14	Beginn der Gastrulation	50
23	16	Rusconi'sche Rinne etwas grösser	44
40*	11	„ „ 1/2 kreisförmig	65
47*	11	Ausgangsstadium	18
65*	14	Blastoporus ziemlich klein	43
71*	12	„ oval	33
95*	6	— —	17

In Anbetracht der geringen Entwicklungsfähigkeit der ersten Portion (50 % Larven) muss wohl der zu dieser Versuchsreihe verwendete Laich als überhaupt mangelhaft besamt angesehen werden.

Rana esculenta (Wasserfrosch).

Versuchsreihe M. Vom 13.—14. Juni 1918. Ausgangsstadium: erste Andeutung der Rusconi'schen Rinne.

Dauer der Luftexposition (Stunden)	Anzahl der Eier in einer Portion	Erreichtes Stadium.	Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven
2	3	Rusconi'sche Rinne etwas länger	100
3	3	gleiches Stadium	100
5	3	„ „	100
5	15	Rusconi'sche Rinne merklich grösser	100
17	15	„ „ 1/2 bis 3/4 kreisförmig	80

Versuchsreihe N. Vom 14.—15. Juni 1918. Ausgangsstadium: Blastoporus spaltenförmig.

Dauer der Luftexposition: 14 Stunden 30 Minuten. In jeder Portion 3—5 Eier. Erreichtes Stadium: Medullarwülste fast verwachsen. 100 % Larven ausgeschlüpft. Den Laich dieser Froschart haben wir auch noch zur Feststellung des Einflusses der Luftexposition auf den Zeitpunkt des Ausschlüpfens verwendet. Vgl. die Protokolle der Versuchsreihen L und M, sowie den Abschnitt „Ergebnisse“.

Über die ganze Versuchsreihe L siehe die Protokolle.

Ergebnisse.

Die Hauptfrage unserer Arbeit, ob der Anurenlaich auch ein eine längere Zeit dauerndes Verweilen an der Luft verträgt, lässt sich auf Grund unserer Untersuchungen in bejahendem Sinne beantworten.

Für unsere Experimente kamen nur ganz kleine Laichportionen in Betracht, die gerade ihrer unbedeutenden Grösse wegen an den Füssen und am Gefieder der Wasservögel noch haften bleiben können. Anders verhält es sich nur mit den Eischnüren der Krötenarten, da diese Laichform sich ganz besonders gut dazu eignet, auch in grösserer Menge an Vogelbeinen hängen zu bleiben. Es dürften also auch lange Laichschnüre zu dergleichen Versuchen sehr wohl verwendet werden. Aber auch hier wollen wir unser Augenmerk nur auf das Verhalten kleiner Laichportionen (ca. 10 Eier) richten.

Unsere Beobachtungen am Krötenlaich gipfeln in der Feststellung, dass bei günstiger Witterung (tiefe Temperatur, nebliges oder regnerisches Wetter) auch ein 20 Stunden lang dauernder Luftaufenthalt den Kröteneiern nicht viel anhaben kann — die Entwicklungsfähigkeit eines so vorbehandelten Laiches betrug ganze 78 %. Ja, nach 27 Stunden der Eintrocknung schlüpften daraus immer noch 13 % Larven aus. Der Laich des Grasfrosches ist noch widerstandsfähiger; 95 Stunden lang (darunter 35 Stunden im Aquarienzimmer) der Lufteinwirkung ausgesetzt, lieferten kleine Eigruppen (je 11 Eier) im günstigsten Falle (bei bewölktem Himmel und tiefer Temperatur: 2,0° C. — 11,0° C.) den beträchtlichen Satz von 55 % Larven. Aus einer nur 6 Eier enthaltenden Portion schlüpfte nach 95 Stunden Trockenheit in einigen Tagen eine Larve aus: Entwicklungsfähigkeit = 17 % (vgl. insbesondere Versuche E und H). Am Laiche des Wasserfrosches konnten wir beobachten, dass die kleinsten Eigruppen (3er, 4er und 5er Gruppen) nach 14 Stunden Luftaufenthalt noch gar nichts an ihrer Entwicklungsfähigkeit einbüssen (Versuch N).

Nahe an die soeben behandelte Frage nach der Dauer der maximalen Widerstandsfähigkeit grenzt die Feststellung der Hand in Hand mit der Ausdehnung des Luftaufenthaltes regelmässig fortschreitenden Abnahme der Entwicklungsfähigkeit der Batrachiereier. Wie auch nicht anders zu erwarten war, dokumentierte sich diese Relation in allen unseren Versuchsreihen. Nur müssen, um ein klares Bild einer solchen Abhängigkeit zu erhalten, immer annähernd gleich grosse Portionen zum Vergleich herangezogen

werden. Ganz besonders instruktiv sind die Versuche am Krötenlaich A und K (vergl. Seite 193), sowie an Wasserfroscheiern ausgefallen. Aber auch der Grasfroschlaich lieferte uns schöne Belege. So erhielten wir im Versuch G mit 33 bezw. 32 Eiern in jeder Portion (einige Tage nach dem Experiment) nach 23 Stunden Luftexposition 91%, nach 47 Stunden – 88%, nach 71 Stunden – 53% Larven. Im Versuch D wurden aus 24 bezw. 23 Eiern in jeder Gruppe nach 47 Stunden – 100%, nach 95 Stunden – 35% Larven erzielt.

Gerade im entgegengesetzten Sinne als die Verlängerung der Expositionszeit wirkt naturgemäss die Vergrösserung der Anzahl der Eier in jeder einzelnen Laichportion. Es leuchtet nämlich ohne weiteres ein, dass, da die kleinen Laichklumpen eine relativ grössere Fläche der Luft darbieten als die aus bedeutenderer Eierzahl zusammengesetzten Laichportionen, jene auch rascher den schädigenden Einfluss der Austrocknung zu spüren bekommen. Um dies zu beweisen, dürfen freilich nur recht verschieden grosse Portionen miteinander verglichen werden, wenn nicht anders Gelegenheitsfehler mitunterlaufen sollen. Im Versuch D mit dem Grasfroschlaich wurden sämtliche 16 Eier einer kleinen Portion nach 71 Stunden der Luftexposition nicht mehr entwicklungsfähig, während aus einem Klumpen von 23 Eiern auch nach 95 Stunden der Austrocknung immer noch 35% Larven in einiger Zeit ausschlüpften. Auch mag hier erwähnt werden, dass in der Versuchsreihe K nach 3 Stunden Trockenzeit in einigen Tagen die 2er Gruppen eines Krötenlaiches 50% Larven, die 10er Gruppen desselben Klumpens dagegen ganze 90% Larven lieferten.

Erwähnenswert ist auch die voneinander deutlich abweichende Widerstandsfähigkeit verschiedener Embryonalstadien. Besonders markant kommt dies zum Vorschein beim Vergleich der Versuchsreihen G, C, F und E miteinander; sie alle wurden, wie bereits angegeben, unter ganz gleichen äusseren Bedingungen und zur selben Zeit angestellt, der einzige Unterschied bestand also im verschiedenen Alter der Ausgangsstadien. Besonders überzeugend ist der Vergleich der Resultate nach möglichst langer Expositionszeit, wobei wie immer nach Möglichkeit mehr oder weniger gleich grosse Laichportionen zum Vergleich herangezogen werden müssen. Die angeführte Tabelle mag zur Illustration der erwähnten Abhängigkeit dienen. Die Zahlen in den Spalten bedeuten den Prozentsatz der ausgeschlüpften Larven.

Ausgangsstadium	*Versuch G* 8 Blastomeren	*Versuch C* 8 Makromeren	*Versuch F* grosser Blastoporus
Nach 71 St. Exposition:	53	72	82
„ 89 „ „ :	63	72	83
„ 95 „ „ :	20	—[1]	57

Ganz allgemein lässt sich der Satz aufstellen: Je älter die Entwicklungsstadien, desto grösser ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Austrocknung.

Für die auf dem Trockenen gelegten und erst nachträglich ins Wasser gebrachten Eier von Hyla arborea konnte *Kammerer* (1906) feststellen, dass ihre Entwicklung bedeutend langsamer verläuft als jene des von Anfang an ins Wasser gelangten Laiches. Das Ausschlüpfen „liess lange auf sich warten: die embryonale Entwicklung der auf dem Trockenen gelegten und befruchteten Eier beanspruchte 18 bis 20 Tage, wenn sie 72 Stunden nach Verlassen des mütterlichen Körpers im Wasser .... gehalten wurden. Also ein wesentlich späteres Ausschlüpfen gegenüber normalen Verhältnissen, unter denen es bereits innerhalb 11 bis 12 Tagen erfolgt!“ Unsere Erfahrungen mit Rana esculenta (vgl. Protokolle der Versuche L und N) bestätigen die obigen Angaben auf das deutlichste. Im Versuch L erhielten wir nach $1^1/_2$ stündiger Austrocknung aus 9 Eiern (3er Gruppen) nach ca. 7 Tagen die ersten 5 Larven und erst nach 8 Tagen 9 Larven, während die Kontrollzucht bereits nach 6 Tagen 4 Larven, nach 8 Tagen alle 9 Larven enthielt. Noch lehrreicher ist der ebenfalls mit 3er Gruppen ausgeführte Versuch M. Nach dem 2stündigen Luftaufenthalt schlüpften hier in etwa 9 Tagen 33 % Larven aus, während nach einer $3^1/_2$-stündigen Austrocknung in einem parallelen Versuch mit gleichem Ausgangsmaterial (Geschwister) in gleicher Frist nur 5 % Larven erzielt wurden. Nach 10 Tagen waren die entsprechenden Zahlen 78 % und 19 %, nach 11 Tagen – 100 % und 86 % und erst 13 Tage nach der $3^1/_2$ stündigen Austrocknung wurden auch im Parallelversuch 100 % Larven konstatiert. Eine Verlängerung des Luftaufenthaltes um nur $1^1/_2$ Stunden hat also in diesem Falle eine Verzögerung der Entwicklung um ganze 2 Tage zur Folge gehabt.

Zum Schluss sei noch einer interessanten Tatsache Erwähnung getan. Es lässt sich nämlich auch an ganz kleinen Laichportionen der beiden von uns untersuchten Froscharten leicht feststellen, dass die Embryonalentwicklung während der Luftexposition rüstig

[1] Vgl. die Beschreibung der Versuchsreihe C.

fortschreitet. In den bezüglichen Protokollen sind fast durchwegs die nach jeder Expositionszeit erreichten Stadien genau bezeichnet; darum beschränken wir uns hier auf einige kurze Angaben. So haben die im Stadium der 8 Makromeren dem Versuch unterworfenen Eier von Rana temporaria (Versuch C) während der 95 Stunden Luftaufenthalt die Gastrulation durchgemacht und zeigten bereits einen kleinen Dotterpfropf. Im Versuch F wurde mit dem Stadium des soeben gebildeten Blastoporus begonnen und nach 95 Stunden grössere, mit Spinndrüsenanlagen versehene, seitlich gekrümmte Embryonen erzielt. Im Versuch M endlich entwickelten sich die die erste Andeutung der Rusconi'schen Rinne aufweisenden Eier im Laufe der 17stündigen Austrocknung bis zum fortgeschrittenen Stadium der halbkreisförmigen Rusconi'schen Rinne. Ganz anders jedoch verhält sich diesbezüglich der Krötenlaich. Zu unserer nicht geringen Verwunderung konnten wir auch nach ca. 20stündigem Verweilen der Eischnüre (10er Gruppen) an der Luft (Versuch K) keine Veränderung des Ausgangsstadiums wahrnehmen — der Laich blieb auf der gleichen Entwicklungsstufe der ziemlich weit fortgeschrittenen Furchung unentwegt stehen. Dessenungeachtet lieferte er, ins Wasser zurückgebracht, in einigen Tagen 78% Larven. Ein solcher während des Luftaufenthaltes eintretender Stillstand der Entwicklungsvorgänge scheint demnach keine schädigende Wirkung zur Folge zu haben. Ob dieses auffallende Verhalten des Krötenlaiches als typisch anzusehen ist, möchten wir auf Grund unserer Versuchsreihe (die immerhin mit mehr als 150 Eiern in zahlreichen selbständigen Gruppen angestellt wurde) nicht endgültig entscheiden. Dazu wären bedeutend ausführlichere Beobachtungen nötig.

Fassen wir die Ergebnisse unserer kleinen Studie zusammen, so ergeben sich folgende

Thesen:

1. Kleine Laichportionen unserer häufigsten Batrachier (gemeine Kröte, Gras- und Teichfrosch) vermögen längere Zeit (20 bis 95 Stunden) an der Luft zu verweilen, ohne dass ihre Entwicklungsfähigkeit eine stärkere Einbusse erleidet. Daraus darf der Schluss gezogen werden, dass, wenn kleine Eiportionen an Beinen oder am Gefieder der „Wasservögel" hängen bleiben, sie von diesen an stundenweit vom Laichort entfernt gelegene Wasseransammlungen vertragen werden können; dadurch wird die passive Verbreitung der betreffenden Spezies auch auf grosse Distanzen ermöglicht.

2. Hand in Hand mit der Verlängerung des Luftaufenthaltes nimmt die Entwicklungsfähigkeit des Laiches ab.

3. Die Widerstandsfähigkeit eines Laichklumpens gegen die Austrocknung ist direkt proportional seiner Grösse.

4. Je älter die Eier (Embryonalstadien), desto widerstandsfähiger sind sie.

5. Schon eine kurze Luftexposition verlangsamt die Embryonalentwicklung, sowie das Ausschlüpfen der Larven.

Protokolle.

Die Angabe der Zahl der nach dem Aufenthalt an der Luft ausgeschlüpften Larven eines Versuches ist so zu verstehen, dass die mehr oder weniger ausgetrockneten Laichportionen noch längere Zeit im Wasser verblieben und sich dort bis zum Ausschlüpfen der Larven weiterentwickelten. Die Zeitdauer bis zu diesem Moment war je nach dem Versuch eine verschiedene; sie braucht hier keine Berücksichtigung zu finden, da es uns hauptsächlich darauf ankam zu zeigen, dass die Eier sich nach einem Aufenthalt an der Luft überhaupt weiter entwickeln können.

Während in den ersten Versuchen grössere Laichklumpen zur Verwendung kamen, suchten wir später, um der Fragestellung möglichst gerecht zu werden, nur wenige Eier der Austrocknung auszusetzen. Wenn in der Natur Anurenlaich von Wasservögeln etc. verschleppt werden kann, so geschieht es jedenfalls in geringen Portionen, die z. B. im Vogelgefieder hängen bleiben können. Ist in den Protokollen von 2er, 3er oder 4er Gruppen die Rede, so soll das heissen, dass in dem betreffenden Versuch verschiedene Portionen mit je 2, 3 oder 4 Eiern auf den Glasplatten dem Einfluss der atmosphärischen Luft ausgesetzt wurden.

Den Laichklumpen, von welchem die Versuchsportionen abgetrennt wurden, liessen wir zur Kontrolle im Wasser sich weiter entwickeln. Da es sich dabei oft um sehr grosse Laichmassen handelte (einige hundert Eier), die im Vergleich mit den Versuchsportionen in den relativ viel kleineren Gefässen aufbewahrt wurden und also unter ungünstigeren Bedingungen standen, dürfen diese Kontrollversuche nicht absolut als den natürlichen Verhältnissen entsprechend betrachtet werden. Es ist ihnen indessen auch keine zu grosse Bedeutung beizumessen, da jeweils die erste Portion einer Versuchsreihe (die ja nur kurze Zeit der Einwirkung des Austrocknens unterworfen wurde) als Kontrolle dienen kann.

Die meteorologischen Daten erhielten wir von der hiesigen meteorologischen Anstalt. Wir begnügen uns mit den Angaben, die sich auf die 3 täglichen Notierungen von morgens $7^1/_2$, mittags $1^1/_2$ und abends $9^1/_2$ Uhr stützen. Neben der trockenen Lufttemperatur sind Windrichtung und Windstärke von einiger Wichtigkeit bei derartigen Versuchen. Die Zahl 0 bedeutet absolute Windstille, 1 = eine Windstärke, die gerade noch bemerkbar ist, 2 = starken Wind, 3 = annähernd Sturm. Wie

schon erwähnt, geben die angeführten Daten für unsere Experimente nur ein annähernd richtiges Bild. Die Bezeichnung des allgemeinen Witterungscharakters ist ohne weiteres verständlich.

Versuchsreihe A. *Bufo vulgaris.* 11. V. 1917.

In jeder Portion ca. 100 Eier. Ausgangsstadium: Gastrulation; Rusconi'sche Rinne nur angedeutet bis halbkreisförmig. Beginn: 2^{45} nachmittags, 11. V. Am 15. V. alle Larven gezählt.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungscharakter
11. V. 17	7½	15,8°	E 1	bewölkt
	1½	25,0°	N E 1	„
	9½	19,5°	S W 1	sternhell
12. V.	7½	18,0°	E 1	bewölkt
	1½	27,2°	N E 1	„
	9½	20,9°	E 1	sternhell

Versuch a. 2 St. (2^{45}—4^{45} nachm.) an der Luft. Aus 97 Eiern 47 Larven = 48 %.

Versuch b. 4 St. (2^{45}—6^{45} nachm.) an der Luft. Aus 100 Eiern 36 Larven = 36 %.

Versuch c. 9 St. 15 Min. (2^{45} nachm. — 12^{00} nachts) an der Luft. Aus 101 Eiern 2 Larven = 2 %.

Versuch d. 17 St. 45 Min. (2^{45} nachm. 11. V. — 8^{30} vorm. 12. V.) an der Luft. Aus 83 Eiern 1 Larve = 1,2 %.

Versuch e. 24 St. 15 Min. (2^{45} nachm. 11. V. — 3^{00} nachm. 12. V.) an der Luft. Laich hart festgeklebt. Gallerte völlig ausgetrocknet. Die ganze Glasplatte ins Wasser gelegt, weil durch gewaltsames Ablösen alle Eier zerstört worden wären. Alle 151 Eier unentwickelt = 0 %.

Versuchsreihe B. *Rana temporaria.* 14. III. 18.

In jeder Portion zahlreiche Eier. Ausgangsstadium: 4 Blastomeren. Beginn: 5^{00} nachm., 14. III. Am 27. III. alle Larven gezählt.

Kontrolle: Aus 524 Eiern 521 Larven = ca. 100 %.

Versuch a. 1½ St. (5^{00}—6^{30} nachm. 14. III.) an der Luft. Laich noch sehr beweglich. Aus 485 Eiern 475 Larven = 98 %.

Versuch b. 24 St. (5^{00} nachm. 14. III. — 5^{30} nachm. 15. III.) an der Luft. Aus 239 Eiern 238 Larven = 99 %.

Versuch c. 48½ St. (5^{00} nachm. 14. — 5^{30} nachm. 16. III.) an der Luft. Laich schon recht zähe geworden. Aus 138 Eiern 128 Larven = 92 %.

Versuch d. 66½ St. (5^{00} nachm. 14. — 11^{30} vorm. 17. III.) an der Luft. Aus 129 Eiern 118 Larven = 91 %.

Versuch e. 112 St. (5^{00} nachm. 14. — 9^{00} vorm. 19. III.) an der Luft. Aus 62 Eiern 15 Larven = 24 %.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungs-charakter
14. III. 18	7½	1,8°	SE 1	bewölkt
	1½	11,6°	SE 1	„
	9½	4,2°	E 1	sternhell
15. III.	7½	1,0°	E 1	bewölkt
	1½	1,0°	E 1	Schneefall
	9½	1,8°	E 1	sternhell
16. III.	7½	— 0,6°	S 1	hell
	1½	10,0°	E 2	schön
	9½	5,6°	SE 1	sternhell
17. III.	7½	0,8°	SE 1	hell
	1½	12,2°	N 1	schön
	9½	6,2°	S 1	sternhell

Versuchsreihe C. *Rana temporaria.* 18. III. 1918.

In jeder Portion ca. 25—40 Eier. Ausgangsstadium: 8 Makromeren. Beginn: 5^{00} nachm. 18. III. Am 30. III. alle Larven gezählt.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungs-charakter
18. III. 18	7½	2,0°	S 1	schön
	1½	13,0°	N 1	„
	9½	7,0°	S 1	mondhell
19. III.	7½	3,5°	S 1	bewölkt
	1½	15,2°	N 0	„
	9½	9,6°	W 1	„
20. III.	7½	7,5°	SW 2	„
	1½	8,6°	SW 1	„
	9½	6,8°	S 0	„
21. III.	7½	5,8°	W 1	„
	1½	11,0°	W 0	„
	9½	6,5°	W 0	mondhell
22. III.	7½	2,0°	S 1	neblig
	1½	10,8°	W 1	bewölkt
	9½	8,8°	E 0	„

Versuch a. 16½ St. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: zahlreiche Makromeren. Aus 27 Eiern 27 Larven = 100 %.

Versuch b. 23 St. 15 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{15} nachm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Makromeren für blosses Auge bereits undeutlich. Aus 32 Eiern 21 Larven = 65 %.

Versuch c. 40½ St. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (4^{15} nachm. 19. — 9^{30} vorm. 20. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Mikromeren bei 8 × Vergrösserung eben noch unterscheidbar. Aus 29 Eiern 26 Larven = 89 %.

Versuch d. 47 St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{00} nachm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15. Min. (siehe Versuch c) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Beginn der Gastrulation, erste Andeutung der Rusconi'schen Rinne. Aus 30 Eiern 25 Larven = 83 %.

Versuch e. 65 St. (5^{00} nachm. 18. — 10^{00} vorm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15. Min. (19. — 20. III. und 4^{00} nachm. 20. — 10^{00} vorm. 21. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne sensen- bis halbkreisförmig. Aus 28 Eiern 22 Larven = 78 %.

Versuch f. 71½ St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (siehe Versuch e) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne ¾ bis ganz kreisförmig. Aus 44 Eiern 32 Larven = 72 %.

Versuch g. 88 St. 45 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{45} vorm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15. Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'scher Kreis fast bei allen Eiern vollständig. Aus 33 Eiern 24 Larven = 72 %.

Versuch h. 95½ St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporus ziemlich klein. Alle 26 Eier unentwickelt = 0 %.

Versuchsreihe D. *Rana temporaria.* 18. III. 1918.

In jeder Portion ca. 15—40 Eier. Ausgangsstadium: Beginn der Gastrulation, Rusconi'sche Rinne erst angedeutet bis ⅕ kreisförmig. Beginn: 5^{00} nachm. 18. III. Am 30. III. 18 alle Larven gezählt. Über die Witterung vgl. Versuchsreihe C.

Versuch a. 16½ St. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne fast ⅓ kreisförmig. Aus 29 Eiern 29 Larven = 100 %.

Versuch b. 23 St. 15 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{15} nachm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne halbkreisförmig. Aus 38 Eiern 36 Larven = 95 %.

Versuch c. 40½ St. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (4^{15} nachm. 19. — 9^{30} vorm. 20. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'scher Kreis vollständig, bereits ziemlich klein. Aus 24 Eiern 24 Larven = 100 %.

Versuch d. 47 St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{00} nachm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (siehe Versuch c) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporus sehr klein. Aus 24 Eiern 24 Larven = 100 %.

Versuch e. 65 St. (5^{00} nachm. 18. — 10^{00} vorm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (19.—20. III. und 4^{00} nachm. 20. — 10^{00} vorm. 21. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Dotterpfropf kaum sichtbar. Aus 27 Eiern 23 Larven = 85 %.

Versuch f. 71½ St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (vergl. Versuch e) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: unverändert, wie e. Alle 16 Eier unentwickelt = 0 %.

Versuch g. 88 St. 45 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{45} vorm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: unverändert, wie e. Alle 14 Eier unentwickelt = 0 %.

Versuch h. 95 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15. Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporusschluss, Andeutung der Medullarrinne. Aus 23 Eiern 8 Larven = 35 %.

Versuchsreihe E. *Rana temporaria*. 18. III. 1918.

In jeder Portion 10—30 Eier. Ausgangsstadium: Blastoporus recht klein. Beginn: 5^{00} nachm. 18. III. Larven gezählt 28. III. 18. Über die Witterung vgl. Versuchsreihe C.

Versuch a. 16 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Blastoporus noch klein, wie im Ausgangsstadium. Aus 29 Eiern 28 Larven = 97 %.

Versuch b. 23 St. 15 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{15} nachm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Blastoporus oval. Aus 27 Eiern 25 Larven = 93 %.

Versuch c. 40 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (4^{15} nachm. 19. — 9^{30} vorm. 20. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: spaltenförmiger Blastoporus beinahe verschlossen, Embryonalanlage mit der Medullarrinne deutlich sichtbar. Aus 17 Eiern 15 Larven = 88 %.

Versuch d. 47 St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{00} nachm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (vgl. Versuch c) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Medullarwülste schwach erhoben. Aus 17 Eiern 11 Larven = 65 %.

Versuch e. 65 St. (5^{00} nachm. 18. — 10^{00} vorm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15. Min. (19. — 20. III. und 4^{00} nachm. 20. — 10^{00} vorm. 21. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Beginn der Längsstreckung des Embryo, Medullarwülste einander berührend, nur die Hirnplatte offen. Aus 24 Eiern 19 Larven = 70 %.

Versuch f. 71 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (vgl. Versuch e) im Aquarienzimmer. Einige Eier durch Eintrocknung ganz deformiert, andere normal. Erreichtes Stadium: Medullarwülste im hinteren Körperabschnitt bereits miteinander verwachsen, in der Hirngegend nur ein weiter Spalt geblieben. Aus 14 Eiern 9 Larven = 64 %.

Versuch h. 95 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Einige Eier normal. Erreichtes Stadium: Kopfabschnitt deutlich abgesetzt, Andeutung der Schwanzknospe. Aus 11 Eiern 6 Larven = 55 %.

Versuchsreihe F. *Rana temporaria.* 18. III. 1918.

In jeder Portion ca. 15—30 Eier. Ausgangsstadium: Grosser Blastoporus, eben gebildet. Beginn: 5^{00} nachm. 18. III. 1918. Larven gezählt 28. III. 18. Über die Witterung vgl. Versuchsreihe C.

Versuch a. 16 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: kleiner Blastoporus. Aus 32 Eiern 31 Larven = 97 %.

Versuch b. 23 St. 15 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{15} nachm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Blastoporus sehr klein. Aus 27 Eiern 25 Larven = 93 %.

Versuch c. 40 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (4^{15} nachm. 19. — 9^{30} vorm. 20. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporus oval, Medullarrinne und Medullarwülste deutlich sichtbar. Aus 35 Eiern 33 Larven = 94 %.

Versuch d. 47 St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{00} nachm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (vgl. Versuch c) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Medullarwülste etwas höher geworden. Aus 25 Eiern 24 Larven = 96 %.

Versuch e. 65 St. (5^{00} nachm. 18. — 10^{00} vorm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (19. — 20. III. und 4^{00} nachm. 20. — 10^{00} vorm. 11. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Beginn der Längsstreckung des Embryo, Medullarwülste einander beinahe berührend, Medullarrinne nur noch im Hirnabschnitt deutlich offen. Einige Eier weniger weit. Aus 24 Eiern 23 Larven = 86 %.

Versuch f. 71 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (vgl. Versuch e) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Medullarwülste im hintern Körperabschnitt miteinander verwachsen, in der Hirngegend einander berührend. Einige Eier weniger weit. Aus 22 Eiern 18 Larven = 82 %.

Versuch g. 88 St. 45 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{45} vorm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Kopfabschnitt deutlich abgesetzt, Schwanzknospe und Spinndrüsen angedeutet, Rückenkrümmung deutlich ausgeprägt. Aus 18 Eiern 15 Larven = 83 %.

Versuch h. 95 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Embryonen bedeutend länger, einige seitlich gekrümmt; Spinndrüsenanlagen deutlicher. Aus 14 Eiern 8 Larven = 57 %.

Versuchsreihe G. *Rana temporaria.* 18. III. 1918.

In jeder Portion 15—40 Eier. Ausgangsstadium: 8 Blastomeren. Beginn: 5^{00} nachm. 18. III. Am 30. III. alle Larven gezählt. Über die Witterung vgl. Versuchsreihe C.

Versuch a. 16 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Furchung, auch Mikromeren mit blossem Auge noch sichtbar. Aus 23 Eiern 23 Larven = 100 %.

Versuch b. 23 St. 15 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{15} nachm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Blastula mit noch deutlich sichtbaren Makromeren. Aus 33 Eiern 30 Larven = 91 %.

Versuch c. 40 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (4^{15} nachm. 19. — 9^{30} vorm. 20. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Mikromeren bei 8facher Vergrösserung, Makromeren von blossem Auge nicht mehr zu unterscheiden. Aus 38 Eiern 36 Larven = 95 %.

Versuch d. 47 St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{00} nachm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (vgl. Versuch c) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Makromeren sehr klein. Aus 33 Eiern 29 Larven = 88 %.

Versuch e: 65 St. (5^{00} nachm. 18. — 10^{00} vorm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (19.—20. III. und 4^{00} nachm. 20. — 10^{00} vorm. 21. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: halbkreisförmige Rusconi'sche Rinne. Aus 19 Eiern 13 Larven = 68 %.

Versuch f. 71 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (vgl. Versuch e) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'scher Kreis beinahe vollständig. Aus 32 Eiern 17 Larven = 53 %.

Versuch g. 88 St. 45 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{45} vorm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'scher Kreis eben gebildet, Blastoporus also noch sehr weit. Aus 32 Eiern 20 Larven = 63 %.

Versuch h. 95 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporus mittelgross. Aus 15 Eiern 3 Larven = 20 %.

Versuchsreihe H. *Rana temporaria.* 18. III. 1918.

In jeder Portion 6—17 Eier. Ausgangsstadium: unmittelbar vor dem Auftreten der Rusconi'schen Rinne. Beginn: 5^{00} nachm. 18. III. Über die Witterung vgl. Versuchsreihe C.

Kontrolle: Aus 1229 Eiern 869 Larven = 71 %.

Versuch a. 16 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Beginn der Gastrulation, Rusconi'sche Rinne erst angedeutet. Aus 14 Eiern 7 Larven = 50 %.

Versuch b. 23 St. 15 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{15} nachm. 19. III.) an der Luft. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne etwas grösser. Aus 16 Eiern 7 Larven = 44 %.

Versuch c. 40 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 9^{30} vorm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (4^{15} nachm. 19. — 9^{30} vorm. 20. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne halbkreisförmig. Aus 17 Eiern 11 Larven = 65 %.

Versuch d. 47 St. (5^{00} nachm. 18. — 4^{00} nachm. 20. III.) an der Luft, darunter 17 St. 15 Min. (vgl. Versuch c) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: auf dem Ausgangsstadium stehen geblieben.[2]) Aus 11 Eiern 2 Larven = 18 %.

Versuch e. 65 St. (5^{00} nachm. 18. — 10^{00} vorm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (19.—20. III. und 4^{00} nachm. 20. — 10^{00} vorm. 21. III.) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporus bereits ziemlich klein. Aus 14 Eiern 6 Larven = 43 %.

Versuch f. 71 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 21. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. (vgl. Versuche) im Aquarienzimmer. Erreichtes Stadium: Blastoporus oval. Aus 12 Eiern 4 Larven = 33 %.

Versuch h. 95 St. 30 Min. (5^{00} nachm. 18. — 4^{30} nachm. 22. III.) an der Luft, darunter 35 St. 15 Min. im Aquarienzimmer. Aus 6 Eiern 1 Larve = 17 %.

Versuchsreihe J. *Rana temporaria*. 25. III. 1918.

In jeder Portion 10—20 Eier. Ausgangsstadium: wohl entwickelte Embryonen; Kiemenspalten, Schwanzknospe, Spinndrüsen deutlich unterscheidbar. Beginn: 10^{00} vorm. 25. III. Eier aus dem gleichen Eiklumpen wie in Versuch E.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungscharakter
25. III. 18	7½	4,4 ⁰	E 1	neblig
	1½	16,8 ⁰	W 1	bewölkt
	9½	8,5 ⁰	W 1	"
26. III.	7½	2,0 ⁰	NW 1	"
	1½	5,4 ⁰	N 3	"
	9½	1,5 ⁰	E 1	"

25 St. (9^{30} vorm. 25. III. — 10^{30} vorm. 26. III.) an der Luft. Die meisten Portionen am Rande vollständig eingetrocknet. Von einer Portion, bei der die Gallerte noch weich war, 3 Eier ins Wasser gelegt. Am 2. IV. schlüpften daraus 3 wohlentwickelte Kiemenlarven.

[2]) Für dieses auffallende Verhalten fehlt uns eine Erklärung.

Versuchsreihe K. *Bufo vulgaris.* 24. IV. 1918.

In jeder Portion 2 oder ca. 10 Eier. Ausgangsstadium für beide Reihen (für 2er und 10er Gruppen): ziemlich weit fortgeschrittene Furchung, Mikromeren bei 8 facher Vergrösserung jedoch noch deutlich sichtbar. Beginn: 3^{00} nachm. 24. IV. Nach der Luftexposition kein Entwicklungsfortschritt bemerkbar. Larven gezählt 2. V. 1918.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungscharakter
24. IV. 18	7½	6,2°	W 1	regnerisch
	1½	9,8°	NW 1	bewölkt
	9½	6,2°	SE 1	mondhell
25. IV.	7½	2,3°	SE 1	bewölkt
	1½	14,4°	E 1	"
	9½	11,0°	S 0	mondhell
26. IV.	7½	6,8°	E 1	schön
	1½	17,8°	E 1	bewölkt
	9½	11,0°	S 1	schön

Versuch a. 3 St. (3^{00} nachm. — 6^{00} nachm. 24. IV.) an der Luft. 2er Gruppen: aus 24 Eiern 12 Larven = 50%; 10er Gruppen: aus 21 Eiern 19 Larven = 90%.

Versuch b. 19 St. (3^{00} nachm. 24. — 10^{00} vorm. 25. IV.) an der Luft. 10er Gruppen: aus 45 Eiern 35 Larven = 78%.

Versuch c. 27 St. (3^{00} nachm. 24. — 6^{00} nachm. 25. IV.) an der Luft. 10er Gruppen: aus 70 Eiern 9 Larven = 13%.

Versuch d. 43 St. (3^{00} nachm. 24. — 10^{00} vorm. 26. IV.) an der Luft. 10er Gruppen: aus ca. 40 Eiern keine Larve = 0%.

Versuchsreihe L. *Rana esculenta.* 23. V. 1918.

In jeder Portion 3 Eier. Ausgangsstadium: Medullarwülste deutlich. Beginn: 2^{45} nachm. 23. V. 18.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungscharakter
23. V. 18.	7½	17,0°	E 1	schön
	1½	25,6°	W 1	bewölkt
	9½	19,2°	W 2	"

Kontrolle. Aus 9 Eiern 9 Larven = 100%.

Versuch. 1 St. 30 Min. an der Luft. Aus 9 Eiern 9 Larven = 100%. Die nachfolgende Tabelle möge über den Einfluss auch dieser kurzen Luftexposition auf die Zeit des Ausschlüpfens orientieren.

Datum der Zählung:	9^{00} vorm. 29. V.	8^{00} vorm. 30. V.	9^{00} vorm. 31. V.
Kontrolle:	4 Larven	9 Larven	9 Larven
Versuch:	0 „	5 „	9 „

Versuchsreihe M. *Rana esculenta.* 13. VI. 1918.

In jeder Portion 3 bzw. 15 Eier. Ausgangsstadium: Beginn der Gastrulation (erste Andeutung der Rusconi'schen Rinne). Beginn: 3^{00} nachm. 13. VI. 18. Larven gezählt 24. VI.

	Tageszeit	Temperatur	Windrichtung und Windstärke	Witterungscharakter
13. VI. 18	$7^1/_2$	12,8°	SW 1	bewölkt
	$1^1/_2$	20,2°	NW 1	,,
	$9^1/_2$	17,0°	S 0	sternhell
14. VI.	$7^1/_2$	14,8°	SE 1	schön
	$1^1/_2$	24,4°	W 1	,,
	$9^1/_2$	19,6°	S 1	sternhell
15. VI.	$7^1/_2$	15,8°	E 1	bewölkt
	$1^1/_2$	20,2°	W 1	,,
	$9^1/_2$	15,6°	W 1	,,

Versuch a. 2 St. (3^{00} nachm. — 5^{00} nachm. 13. VI.) an der Luft. 3er Gruppen. Erreichtes Stadium: Rusconi'sche Rinne etwas länger geworden. Aus 9 Eiern 9 Larven = 100 %.

Versuch b. 3 St. 30 Min. (3^{00} nachm. — 6^{30} nachm. 13. VI.) an der Luft. 3er Gruppen. Erreichtes Stadium: wie in Versuch a. Aus 21 Eiern 21 Larven = 100 %.

Versuch c. 5 St. 15 Min. (3^{00} nachm. — 8^{15} nachm. 13. VI.) an der Luft. 3er Gruppen. Erreichtes Stadium: wie in Versuch a Eier ziemlich stark eingetrocknet. Aus 12 Eiern 12 Larven = 100 %. 15er Gruppen: Rusconi'sche Rinne $^1/_5$ kreisförmig. Aus 15 Eiern 15 Larven = 100 %.

Versuch d. 17 St. 30 Min. (3^{00} nachm. 13. — 8^{30} vorm. 14 VI.) an der Luft. 15er Gruppen. Erreichtes Stadium: Gastrulation weit fortgeschritten, Rusconi'sche Rinne $^1/_2$ bis $^3/_4$ kreisförmig. Die Gruppen am Rande ziemlich eingetrocknet, Gallerte in der Mitte noch beweglich. 5 Eier fixiert. Aus den übrigen 25 Eiern 20 Larven = 80 %.

Die nachfolgende Tabelle kann zur Illustration des Einflusses der Luftexposition auf den Zeitpunkt des Ausschlüpfens dienen. Diese Angaben beziehen sich auf die Versuche a und b (s. oben), also auf 3er Gruppen. Die angeführten Zahlen beziehen sich auf die ausgeschlüpften Larven.

Datum der Zählung	8^{00} vorm. 22. VI.	6^{00} nachm. 22. VI.	5^{00} nachm. 23. VI.	6^{00} nachm. 24. VI.	6^{00} nachm. 25. VI.	26. VI.
Versuch a (2 St. an der Luft) . . .	2 = 22 %	3 = 33 %	7 = 78 %	9 = 100 %		
Versuch b (3 St. 30 Min. an der Luft)	1 = 5 %	1 = 5 %	4 = 19 %	18 = 86 %	20 = 95 %	21 = 100 %

Versuchsreihe N. *Rana esculenta.* 14. VI. 1918.

Portionen zu je 3, 4 oder 5 Eiern. Ausgangsstadium: Blastoporus bereits spaltenförmig. Beginn: 6^{00} nachm. 14. VI. Larven gezählt 24. VI.

14 St. 30 Min. (6^{00} nachm. 14. — 8^{30} vorm. 15. VI) an der Luft. Erreichtes Stadium: Medullarwülste sehr hoch, nahe aneinander gerückt. Aus 24 Eiern 24 Larven = 100 %.

Literatur.

1866. *Bert, P.* Recherches experimentales pour servir à l'histoire de la vitalité propre des tissus animaux. Thèse Fac. sc. Paris, p. 95. (Zitiert nach Loisel.)

1868. *Bert, P.* Sur le développement à l'air libre des œufs de grenouille. C. R. Soc. Biol., séance du 28 mars, p. 23—24.

1873. *de l'Isle du Drénauf, A.* Mémoire sur l'Alyte accoucheur. Ann. sc. nat. (Zitiert nach P. Kammerer 1906.)

1877. *Lataste, F.* Quelques observations sur les têtards des batraciens anoures. Bull. Soc. Zool. France. II. vol., p. 281. (Zitiert nach P. Kammerer, 1906).

1878. *Héron-Royer.* Recherches sur la fécondité des batraciens anoures Alytes obstétricans, Hyla viridis et sur la fécondation des œufs du Bufo vulgaris dans l'obscurité. Bull. Soc. Zool. France, 3e vol.

1885. *Fischer-Sigwart, H.* Die Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans). Die Natur, Organ des Deutschen Humboldt-Vereins. 34. Jahrg.

1897. *Dürigen, B.* Deutschlands Amphibien und Reptilien.

1898. *Brauer, A.* Ein neuer Fall von Brutpflege bei Fröschen. Zool. Jahrb., Abt. f. System. Bd. 12.

1900. *Loisel, G.* La défense de l'œuf. Journ. Anat. et Physiol. norm. et pathol. de l'homme et des animaux. T. 36.

1906. *Kammerer, P.* Experimentelle Veränderungen der Fortpflanzungstätigkeit bei Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans) und Laubfrosch (Hyla arborea). Arch. Entw. Mech. Bd. 22, p. 48.

1907. *Kammerer, P.* Ueber Schlammkulturen. Arch. f. Hydrobiol. und Planktonkunde, Bd. 2, p. 500—526.

1907. *Maas, O.* Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Leipzig.

1910. *Lampert, K.* Das Leben der Binnengewässer. Zweite Aufl. Leipzig.

1914. *Doflein. F.* Das Tier als Glied des Naturganzen. In: Hesse-Doflein, Tierbau und Tierleben, II. Bd., Leipzig, B. G. Teubner.

Basel, Zoologische Anstalt, 6. Januar 1919.

Manuskript eingegangen 15. Januar 1919.

Ueber Neben- und Zwischenformen bei Lycaeniden.

Von

L. Courvoisier †.

Zur Einführung.

Im Jahre 1917 veröffentlichte Prof. Dr. *L. G. Courvoisier* eine Studie über Nebenformen, Rassen und Zwischenformen der Lycaeniden,[1]) worin er die Schwierigkeiten in der Unterscheidung von Varietäten von den Aberrationen darlegte und nachwies, dass auch durch die experimentelle Forschung (Standfuss, Kathariner, Linden) die Frage nach der Entstehung der Varietäten nur zum kleinsten Teil gelöst wurde. Es zeigt sich nämlich, dass vielfach die verschiedenen Formen durch zahlreiche Uebergänge miteinander verbunden sind; dies gilt besonders für den Sexual-Dichroismus und den Saison-Dimorphismus. Der Sexual-Dichroismus ist bei verschiedenen Arten verschieden stark ausgebildet und erweckt oft den Eindruck, als ob die betreffende Art in verschiedene Rassen zerfalle, indem beispielsweise bei der gleichen Art in bestimmten Gegenden blaue, in andern Gegenden braune vorherrschen. Viel weniger scharf ist der Saison-Dimorphismus ausgeprägt, indem zwischen der Winter- und der Sommerform zahlreiche Uebergänge vorkommen und zudem bei vielen Arten beide Formen zu gleicher Zeit neben einander fliegen. Daraus geht hervor, dass der Saison-Dimorphismus nicht durch die klimatischen oder durch die Futterverhältnisse erklärt werden kann. Viel schärfer ausgeprägt sind oft die Orts-, Lokal- und geographischen Rassen, die vielfach nicht durch Zwischenformen verbunden sind. Sie können vorkommen auf eng umschriebenen Gebieten z. B. Inseln, die dann als Schöpfungszentren aufgefasst werden dürfen. Die gleiche Form kann aber auch in zwei weit auseinander liegenden Gebieten vorkommen; solche Formen dürfen als Reliktenformen aufgefasst werden, z. B. als Glacialrelikt, wenn die Form im Norden und in den Alpen auftritt. Vielfach müssen frühere Landverbindungen zur Erklärung solcher

[1]) Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 1917, Band XXVIII pag. 265

getrennter Verbreitungsgebiete angenommen werden. Liegen die beiden Gebiete auf dem gleichen Kontinent, so kann die Erklärung in weiten Flugreisen, wie solche verschiedenen Arten bekannt sind, gesucht werden. Anderseits kommen aber bei bestimmten Arten die gleichen Formen in so weit auseinander liegenden Gegenden vor, dass wir ihre Entstehung nicht aus einer einzigen Stammform, sondern aus mehreren annehmen müssen. Ferner lassen sich sogar Ortsformen (z. B. Ebenen-, Hügel-, Bergformen) unterscheiden, ihre Abgrenzung hat aber nur dann Berechtigung, wenn sie allein in einer Gegend vorkommt. Es ist daher unstatthaft, auf Grund einer geringen Zahl von Individuen solche aufzustellen und zu benennen, wie es von Fruhstorfer, Verity und von andern geschieht.

Am 8. April 1918 ist Herr Prof. Courvoisier einer Lungenentzündung erlegen,[2]) im Nachlass aber fand sich das nicht ganz vollendete Manuskript einer weitern Arbeit über Neben- und Zwischenformen bei Lycaeniden. Von 14 Arten werden die bisher aufgestellten Formen einer kritischen Durchsicht unterzogen und die einer genauen Untersuchung standhaltenden Formen von denjenigen unterschieden, die nur auf Grund weniger Exemplare aufgestellt worden sind, oder die nur Uebergangsformen zwischen zwei Extremen darstellen. Von drei Arten lagen nur wenige und ungenügende Notizen vor, sodass sie bei der Drucklegung des Manuskriptes nicht berücksichtigt werden konnten.

(*L. Paravicini*, Arlesheim.)

Beschreibung der einzelnen Arten.

1. **Everes alcetas** Hübner 1805 (false coretas Ochsenheimer 1808).

Hier sei zunächst bemerkt, dass dies der einzig richtige Name ist für jenen geschwänzten Bläuling, der seit hundert Jahren allgemein als verarmte Form von *argiades* aufgefasst worden ist und noch vielfach heute als *coretas* Ochs. bezeichnet, aber auch mit *polysperchon* Bgstr. verwechselt wird. Exemplare von *argiades* und zumal von *polysperchon,* welche unten am Hinterflügelrand ohne rötliche Randmonde, oft auch ohne Metallaugen sind, giebt es allerdings. Solche mögen *coretas* Ochs. heissen. Sie dürfen aber nicht zusammengeworfen werden mit dem von *Hübner* auf *Hoffmannseggs* Rat als „*alcetas*" benannten und (Europ. Schmttlge. F. 319-321) abgebildeten Falter, den ich schon 1910 als eigentümliche Form hingestellt habe, jetzt aber, nach gründlichem Studium, gestützt auf viele Exemplare der verschiedensten Herkunft, mit *Tutt, Chapmann* und *Oberlhür,* und im Gegensatz zu den meisten andern neueren Autoren, unbedingt für eine *eigene Art* halte. Die Färbung von ♂ und ♀, der Flügelschnitt, die Zeichnung der Unterseite, laut *Chapman* auch die ♂ Genitalien weichen von denjenigen des *Argiades* deutlich ab. Die Bilder von *Hübner, Meigen, Gerhard,* besonders

[2]) Näheres über seinen Lebensgang und seine Forschungen, auch diejenigen auf entomologischem Gebiete, mag dem von Dr. *Albert Lotz* verfassten Nekrolog (S. 29. dieses Bandes) entnommen werden.

aber die wundervollen bei *Oberthür* (1909. T. 20. F. 75. 76) lassen darüber keinen Zweifel aufkommen. Am klarsten müssen die Unterschiede jedem werden, der grosse Serien beider Arten neben einander vergleicht.

Alcetas bewohnt das südliche Europa, von den Pyrenäen an durch Südfrankreich, Wallis, Italien, die südlichen österreichischen Provinzen, Ungarn, Südrussland bis in den Ural, und zwar neben *argiades*! Nur scheinen dem *alcetas* Metallaugen auf der Unterseite der Hinterflügel zu fehlen; wenigstens habe ich solche bei Dutzenden von Stücken aus dem Wallis, wie aus andern Gegenden, auch mit der Lupe nie entdecken können. Unrichtig ist es dagegen, wenn allgemein (auch von dem sonst so genauen *Tutt*) das Auftreten roter Randmonde geleugnet wird; solche finden sich schon bei *Gerhard* abgebildet; und zwei Kroatische ♂♂ und ein ♀ meiner Sammlung zeigen dieselben ganz deutlich in der Zweizahl.

Zum *Alcetas* gehört nun erstlich die von *Staudinger* benannte Form *decolorata* der südöstlichen österreichischen Länder, Ungarns etc. mit ihrer trüberen, grau oder grünlich überstäubten Oberseite. Sie tritt in zwei Generationen auf, stellt also nicht, wie gelegentlich angegeben wird, bloss die Frühbrut von *alcetas* dar. Herr *Arnost-Grund* in Agram hatte davon die erste Generation *vernalis* getauft, schrieb mir aber unlängst, er ziehe den Namen zurück, da sich die Form nur durch Kleinheit von der Sommerform unterscheide. Auffallender Weise erhielt ich aber gerade von ihm einen im April gefangenen ♂, der an Grösse die meisten meiner übrigen, auch der Sommerexemplare übertrifft. Somit scheint irgend ein durchgreifender Unterschied zwischen beiden Generationen überhaupt nicht zu bestehen.

Weiter ist die von *Hirschke* benannte, unten fast augenlose Form *depuncta* eine Aberration nicht, wie er angab, von *argiades*, sondern von *alcetas*. Das ergibt sich aus seinen eigenen schönen Abbildungen und aus den mir von ihm und von anderer Seite gelieferten Stücken mit völliger Sicherheit. Eine solche Verarmung dürfte wohl in beiden Generationen so gut vorkommen, wie in den beiden des verwandten *argiades*.

2. **Lycaena argus** L. 1758 (aegon Schiffermüller).

Durch die neuesten Untersuchung der Linné'schen Originale in London durch *Verity* ist jetzt die Priorität des Namens „argus L" von dem früheren „aegon Schiff" sicher festgestellt. Vgl. meine Mitteilung Intern. Entom. Ztschr. Gub. 1913. No. 17.

Diese Spezies liefert im wärmeren Flach- und Hügelland zwei Generationen, deren erste um Basel schon Ende April, mehr im Mai fliegt, während die zweite vom Juli an auftritt. Bei meinen mehr als 200 ♂♂ beider Bruten habe ich nun keinerlei morpho-

logische Unterschiede erkennen können; ebenso wenig bei mehr als 100 gewöhnlichen braunen ♀♀, von welchen jederseits neben einander fast einfarbige, wie solche mit lebhaften rotgelben Randmonden auf den Flügeln beobachtet werden. Auch kann ich nicht finden, dass in dieser Hinsicht ♀♀ verschiedener Herkunft sich typisch unterschieden. Vielleicht verhält es sich aber anders bei den äusserst seltenen blauen ♀♀ (f. *leodorus* Esp.), deren Vorkommen *Meyer-Dür* leugnete, während *Christ* sie 1878 aus Basels Umgebung erwähnte. Ich habe solche am Vierwaldstättersee im Juli und August 1903 und 1904 in Anzahl erbeutet, allerdings neben einfach braunen, während ich dort im Frühling immer nur braune sah. Auch vom Simplon besitze ich ein Sommerexemplar. Es ist nun möglich, aber nicht sicher, dass die Blaufärbung hier eine Eigentümlichkeit der Sommerbrut ist.

Nebenformen von *argus* sind in ziemlicher Anzahl beschrieben worden. Über die meisten derselben habe ich mich namentlich in der Internationalen Entomologischen Zeitschrift, Guben 1912 und 1913 ausgesprochen; einige neue habe ich in meinen „Entdeckungsreisen“ 1910, in der Iris 1911, p. 103, in der Internationalen Entomologischen Zeitschrift, Guben 1912 No. 36-37 und in den Entomologischen Mitteilungen 1913 No. 10) benannt.

Von allen diesen kann die Inselform *corsica* Bettier als die verhältnismässig typischste gelten. Sie zeigt keine schwarzen Ocellen; vielmehr sind diese jeweilen von der Grundfarbe des Diskus, beim ♂ grau, beim ♀ braun und von der Umgebung durch breite weisse Ringe getrennt. Schon weniger abgegrenzt erscheint die andalusische, beidseits sehr helle *hypochiona* Rambur; nicht nur sind ihr sehr nahestehende Stücke in den Ostpyrenäen, den Seealpen, in Dalmatien, Griechenland, Südrussland gefunden worden, sondern es gibt auch zwischen ihr und der gewöhnlichen Stammform alle Übergänge, deren einer, *lidiados* Frustorfer, mit hellblauen Ober- und oft schneeweisser Unterseite, in den Seealpen und an der Riviera, im Wallis, in Italien etc. vorkommt. Zur *hypochiona* gehört auch offenbar *casaiacus* Chapman (1907), mit rötlichen Randmonden auf dem Hinterflügel des ♂, die freilich selten so grell sind, wie sie der Autor abgebildet hat.

Im Sinn einer Verdunkelung der Oberseite verändert sind: die von mir benannte und wiederholt beschriebene *alpina*, klein mit auffallend breiten, einwärts scharf begrenztem Flügelsaum, mit deutlichem Mittelmond der Vorderflügel, unten von der Stammform nicht abweichend; eine durch die Centralalpen verbreitete Form; sodann die kürzlich (Entomol. Mittlg. 1913 No. 10) von mir aufgestellte sehr grosse, sehr breit schwarzrandige, unten fast weisse,

mit leuchtender roter Hinterrandsbinde gezierte *carinthiaca* aus Kärnten, Kroatien, Herzegowina etc.; endlich die fast vergessene, 1883 von *Christ* beschriebene, oben schwärzliche, nur blau gestreifte *Killiasii* vom Unterengadin, die ich mehrfach vom Gardasee besitze. Oben normal, unten dunkelgrau, mit russig überdeckten rotgelben Randmonden ist die von mir (in der Iris 1912. T. II. F. 2.) abgebildete *nigrescens*, die ich anfänglich für eine Lokalform des Südtirols zu halten geneigt war, jetzt aber auch von Wien und in einem Stück aus dem Wallis kenne. Oben und unten verdunkelt ist die Form *cleomenes* Frustorfer aus Kramm. Natürlich fehlen auch zwischen diesen verschiedenen Nebenformen und zwischen ihnen und der Stammform die Übergänge nicht, und man wird die erwähnten Namen höchstens für die am besten ausgeprägten Exemplare reservieren müssen.

Stichel's Vermutung, dass die *argus* der Wiener Gegend eine besonders kleine Lokalform darstellten, für welche der Schiffermüllersche Name *aegon* verwendet werden könnte, trifft, wie ich in meiner „Erwiderung“ (diese Zeitschr. 1913 No. 13) nachgewiesen habe, nicht zu. Nicht nur die (wie ich dort mitteilte) von Hauptmann *Hirschke* bezogenen zahlreichen Exemplare der nächsten Umgebung von Wien zeigten alle möglichen Grössen und gleichzeitig ziemlich verschiedene Färbungen, sondern ebenso circa 60 seither von *Bayer* aus Fischamend unweit Wien erhaltene, unter welchen sehr stattliche Falter sind, mit Flügelspannungen bis zu 30 mm.

Was die einzig durch rote Analflecke auf den Hinterflügeln des ♂ von andern Argusexemplaren abweichende, nach einem armenischen Stück von *Herrich-Schäffer* abgebildete Form *bella* betrifft, so ist sie offenbar nicht als Ortsrasse aufzufassen, sondern nur als rein individuelle Aberration, genau wie die Form *rufomaculata*, die *Reverdin* vom Simplon in einem ♂ erhielt, oder wie die Form *calabrica* Turati. Dass sie in Armenien gerade so selten sein muss wie irgendwo in Europa, darf ich deshalb annehmen, weil es mir trotz allen darauf gerichteten Bemühungen noch nie gelungen ist, von dorther ein typisches Exemplar zu erhalten; ferner darum, weil, was ich bisher von armenischen *argus* gesehen habe, in nichts von europäischen abweicht. Übrigens hebt schon *Herrich-Schäffer* selber die Übereinstimmung mit den gewöhnlichen *argus (aegon)* ausdrücklich hervor; sogar die gleiche Beschaffenheit der Vorderbeine (womit er wohl das Vorhandensein der Tarsaldornen meint) erwähnt er.

Nicht überflüssig mag es sein, hier nochmals mit allem Nachdruck darauf zu dringen, dass *aegidion* Meisner, der vollkommen verkehrt bisher allgemein in führenden Werken (mit Ausnahme

von *Seitz*), wie in Händler-Catalogen zu *argyrognomon* Bgstr. gestellt worden ist, endlich seinen richtigen Platz als Aberration von *argus* L erhalte. Er gehört zur Form *alpina* m., von der er sich nur durch Fehlen der Metallaugen unterscheidet.

3. **Lycaena idas** Linné 1761 (früher „argus L" onetorum, später argyrognomon Bergsträsser.)

Dass der alte, von *Linné* selbst für das ♀ dieser Spezies erteilte Name „Idas" hier die Priorität hat, ist von *Verity* kürzlich sicher nachgewiesen worden, auf Grund genauer Untersuchung der Linné'schen Originalexemplare. Vgl. meine Mitteilung: Intern. Entom. Zeitschrift Guben 1913, No. 17.

Auch *idas* ist im Allgemeinen zweibrutig; aber irgendwelche Saisonunterschiede habe ich weder bei der Stammform noch bei den Nebenformen finden können, trotzdem mir von ersterer und von manchen der letzteren ein reiches Material (ca. 300 ♂♂ und über 200 ♀♀) zur Verfügung steht. So trifft man z. B. das schon von *Linné* beschriebene, von *Bergsträsser* teilweise für ♂ gehaltene und je nach dem Grad seiner Blaufärbung mit vier verschiedenen Namen (*argyrognomon*, *argyrocapelus*, *argyroela und argyrocopus*) bedachte, von *Staudinger* überdies als *callarga* bezeichnete blaue ♀ wohl überall zu jeder Jahreszeit neben dem braunen an, ebenso das dem Walliser Rhonetal anscheinend eigene ♀ *valesiaca* Oberthür, das seine seltsame Blaufärbung vielleicht dem Umstand verdankt, dass (laut Mitteilung des verstorbenen *Wullschlegel*) seine Raupe auf Hippophaë weidet. Ob die grösste und edelste aller blauen ♀ Formen, die (ebenfalls laut *Wullschlegel*) an Astragalus excapus gebundene, deshalb von mir *astragaliphaga* genannte des Pfynwalds, in zwei Generationen erscheint, weiss ich nicht, da ich auf sie bisher nur im Mai, nie im hohen Sommer Jagd machen konnte.

Sicher einbrutig ist dagegen nach meinen Beobachtungen die kleine Form *argulus* Frey, welche mit braunen, teils mehr oder weniger blauen ♀♀ die subalpine bis alpine Region von den Pyrenäen bis mindestens ins Tirol bewohnt.

Zwischen allen erwähnten blauen Varianten und den braunen ♀♀ gibt es alle nur denkbaren Abstufungen. Von solchen könnte ich eine lange Reihe zusammenstellen, an deren einem Ende die rein braune, aller rötlichen Randmonde entbehrende, 1910 von mir als *brunnea* bezeichnete stünde, während das andere Ende von der rein blauen *unicolora* Favre (1902) eingenommen würde.

Was nun die Nebenformen der Spezies betrifft, so sind deren eine Menge mit mehr oder weniger Berechtigung aufgestellt worden. Ich beschränke mich hier auf einige typische europäische, von denen ich genügendes, zum Teil reiches Material besitze, und nenne zu-

erst nochmals *argulus* Frey. (Der Name ist vom Autor im Beginn seiner Beschreibung zunächst für das blaue ♀ dieser Form gegeben worden; aber am Schluss schildert er auch dessen ♂, so dass der Name für beide Geschlechter gelten muss. Ob die Form *alpina* Berce 1867 als synonym gelten darf, in welchem Fall dieser Name den Vorrang hätte, ist mir zweifelhaft, weil die Beschreibung anders lautet, als diejenige von *Frey*.) *Argulus*, wie erwähnt alpiner Natur, ist klein, der ♂ trüber blau als die Stammform; beide Geschlechter sind unten graugelblich, meist mit kleinen Ocellen. Von Identität mit dem zu *argus* gehörigen *aegidion* Meisner ist keine Rede. Trotzdem wird sie von fast allen modernen Autoren behauptet. Es wäre aber endlich an der Zeit, mit diesem Irrtum aufzuräumen.

Ebenfalls klein, der ♂ oben etwas dunkelblau, unten fast weiss, das ♀ teils braun, teils blau, unten hellgelb, beide Geschlechter mit sehr grossen, oft viereckigen Ocellen — so präsentiert sich die erst kürzlich (Ent. Zeitschrift Guben 1913 No. 19) von *Grund* beschriebene, vorläufig nur aus seiner Heimat und aus Dalmatien bekannte, in zwei Generationen auftretende Form *croatica*.

Zwei durchschnittlich grosse Formen sind: erstlich die von mir im Mai und im September gefangene *ligurica* m., von den Ufern des Luganersees, aber vermutlich auch anderswo vorkommend. Der ♂ ist dunkelblau, breit schwarzrandig, längst der Hinterflügelränder oft mit dicken, zuweilen freistehenden schwarzen Punkten, unten hellgrau bis lehmfarbig, mit lebhaft roter Saumbinde aller Flügel; das ♀ rotbraun bis fast schwarz, meist stark rotgelb gefleckt, unten ziemlich grell gelb, ebenfalls mit leuchtender roter Fleckenbinde. Einzelne ihrer ♂♂ mit etwas hellerem blau und feinerem Flügelsaum verbinden sie mit der Stammform. Sodann wäre zu nennen die oben hellblaue, sehr schmal schwarzrandige, unten schneeweisse oder höchstens sehr hellgraue, meist schwach gezeichnete und mit mässig entwickelter rotgelber Binde versehene *nivea* m., mit ihren anscheinend stets dunkelbraunroten, von lebhaften rotgelben Guirlanden eingefassten ♀♀. Ich besitze sie in grosser Zahl und von zwei Generationen aus dem Rhonethal, dem centralitalienischen Hügelland, dem Südtirol, also aus lauter heissen Gegenden. Ihre ausgeprägtesten Stücke weichen von allen andern Formen sehr ab; Verbindungen mit diesen durch einzelne Zwischenstufen aber fehlen natürlich nicht.

Von allen andern, zumal asiatischen Formen besitze ich zu wenig Material, um mitreden zu können.

4. **Lycaena pheretiades Eversmann 1843.**

Diese Spezies ist eine der am meisten zerrissenen; vier angebliche Lokalformen derselben sind aufgestellt worden: *Pheretulus* und *pheres* Staudinger 1886, *tekessana* Alpheraky 1897, *micra* Avinow 1910. Die erste soll dem Tarbagatai und dem Juldus, die zweite dem Namangan und dem südlichen Alai, die dritte dem Tekkegebiet, die vierte dem östlichen Pamir eigen sein; es sind das Gegenden, die weit genug auseinander liegen, um unter Umständen selbständige Formen hervorzubringen. Aber schon in meinen „Entdeckungsreisen“ habe ich auf Grund eines Materials von mehr als 100 Stücken aus den genannten und aus andern Gegenden mitgeteilt, dass es mir nicht gelingen wollte, aus den Beschreibungen jener verschiedenen Formen, von welchen bald diese, bald jene von einzelnen Autoren als gute Art bezeichnet wird, klug zu werden; dass die wenigen vorhandenen Bilder durchweg den Originalbeschreibungen nicht entsprechen; dass ich noch immer von den Händlern unter den gleichen Namen ganz verschiedene, und unter verschiedenen Namen die gleichen Formen erhalten habe. Heute, wo mein Material noch gewachsen ist, und ich von allen Formen Exemplare besitze, ja sogar Exemplare, die mit keiner beschriebenen genau stimmen, kann ich das damals gesagte nur bestätigen: zwischen angeblichen Typen giebt es alle denkbaren Übergänge; und ich muss schon gewisse Merkmale übersehen und mich nur an einzelne derselben halten, um in der Sammlung die verschiedenen Varianten einigermassen gegen einander abzugrenzen. Viel wichtiger aber ist, dass verschiedene Formen in der gleichen Gegend neben einander und die gleichen Formen in verschiedenen Gegenden vorkommen. Als Beispiel führe ich *tekessana* an, die ich nicht nur aus Tekke, sondern auch von Samarkand, Pamir, Alai, Alexandergebirge und Juldus besitze. Für mich steht es fest, dass alle fünf Pheretiadesformen nur individuell und graduell und nicht nach Örtlichkeiten sich unterscheiden. Somit erscheinen die vier für angeblich typische Ortsrassen erteilten Namen nahezu überflüssig; *pheretiades* Evsm. genügt!

Gewisse ♂♂ von *pheretiades* zeigen Verwandtschaft mit *orbitulus* in der Färbung beider Flächen, wie in der Anordnung der weissen Flecken auf der Hinterflügel-Unterseite. Aber die grosse Mehrzahl der ♂♂ des erstern unterscheiden sich doch von allen ♂♂ des *obitulus* durch die glänzend grünlichblaue Oberseite mit den sehr viel stärker ausgeprägten Mittelmonden der Vorder-, oft auch der Hinterflügel.

5. **Lycaena astrarche** Bergsträsser 1779 (medon Esper 1777, nec Hufnagel!) (agestis Schiff 1776.)

Schon in meinen „Entdeckungsreisen“ habe ich ausführlich die Behauptungen *Meyer - Dür's* (1851) zu widerlegen versucht, welche darin gipfelten, dass die Frühbrut dieser Art oben nur Spuren rötlicher Randmonde aufweise, die Sommerbrut dagegen solche sehr deutlich auf allen vier Flügeln trage; dass ein alpinisches Frühlingsexemplar und ein südeuropäisches Sommerexemplar wegen ihrer grossen Verschiedenheit nur mit Hilfe der „Bindeglieder“ als zusammengehörig zu erkennen seien; dass bei uns beide Generationen unten grau seien, die südlichen Sommerexemplare dagegen schön braungelb. Es ist gut, zu bemerken, dass *Meyer-Dür* sich selbst widerspricht, indem er einerseits die Jahreszeitformen für so scharf bekränzt erklärt, anderseits doch von Zwischenformen spricht.

In den letzten Jahren habe ich auf diese Verhältnisse besonders geachtet und mir nicht nur aus der nächsten Umgebung und von verschiedenen schweizerischen Lokalitäten, sondern auch aus manchen ausländischen Gegenden und von verschiedenen Höhenlagen möglichst viel Exemplare verschafft, so dass ich deren nun über 300 besitze. Heut kann ich meine früheren Angaben vollständig bestätigen. Es ist ganz falsch, wenn *Meyer - Dür* und manche andere, die eben so ungenügend beobachtet haben, von einer strengen Scheidung der Färbung nach Jahreszeiten, Höhenlagen und Breitengraten reden. Es gibt hier keine feststehende Regel: neben einander, von der Ebene bis zu 2300 Meter hinauf und vom April bis in den September trifft man teils schwach, teils stark rot gefleckte und unten rein graue, wie bräunliche Exemplare beider Geschlechter. Nur ganz im Allgemeinen kann man zugeben, dass der Frühling, sowie nördliche und hochgelegene Gegenden eher schwach gefleckte und unten graue Exemplare hervorbringen, als der Sommer, oder südliche und tiefere Regionen, die durchschnittlich stärker gefleckte und unten bräunliche Stücke zu liefern pflegen. Die Ausnahmen sind zahlreich, und es ist gewiss nicht Zufall, dass einige der ältesten Autoren, wie *Esper*, *Engramelle*, *Bergsträsser*, lauter Exemplare der letztern Categorie abbildeten, die aber nicht aus dem Süden stammten.

Was die südlichen Rassen betrifft, so hat 1821 *Eschscholtz* die canarische *cramera* abgebildet, welche bei stärkster Entwicklung aller roter Randmonde und Binden unten rein grau ist. *Bellier* hat 1862 die Unterseite seiner corsischen *calida* gemalt, welche rotbraun und mit lebhaftester roter Randbinde geschmückt

ist. *Staudinger* hat 1871 eine analoge Form *aestiva* genannt, mit der Diagnose: „maculis rufis magnis, subtus brunea.“ *Blachier* endlich hat 1887 reichgefleckte, unten teils graue, teils braune canarische Stücke als *canariensis* bezeichnet und abgebildet. Man würde aber sehr irren, wenn man alle diese Formen für rein südliche oder aestivale erklären wollte. Denn ich besitze manche Exemplare, welche diesen Typen entsprechen, aber aus Basels Umgebung, von sehr verschiedenen anderen schweizerischen oder deutschen Lokalitäten, zum Teil aus den Alpen (Evolena, Mürren) stammen. Besonders schön sind eine Anzahl von mir selbst in meiner Nachbarschaft erbeuteter Frühlingsexemplare, welche an Lebhaftigkeit der Färbung meinen hervorragendsten corsischen, balearischen, canarischen und Nordafrikanischen Stücken auch nicht das Geringste nachgeben. Andrerseits könnte ich manche südliche Exemplare vorweisen, welche durch kümmerliche Entwicklung der roten Flecken dem *allous* Hbn. nahe kommen. Von diesem letztern, der sich durch völliges Fehlen aller roten Randmonde, sowie durch hellgraue Unterseite auszeichnet, besitze ich ca. 40 Stücke beiderlei Geschlechts, die aber bis auf 3 oder 4 alle montaner, meist alpiner Herkunft sind.

Dagegen scheint die oben und unten stark rotfleckige, unten rein weisse Form, welche von *Aurivillius* 1888 *albisans*, von *Grum-Grshimaïlo* 1890 *sarmatis*, von *Staudinger* 1892 *ornata* getauft worden ist, an keinerlei Örtlichkeit oder Höhenlage gebunden zu sein; besitze ich sie doch von Basel, aus dem Tessin, den Sabinerbergen und von Rom genau wie vom Fedojapass im Tirol, von Odessa und Amasia.

6. **Lycaena icarus** Rottemburg 1775.

Meine Sammlung enthält etwa 800 Icarusexemplare der aller verschiedensten Herkunft, von Andalusien bis zum Amur und von Nordafrika bis Norwegen und Schweden.

Icarus hat wohl mit Ausnahme der Alpen, wo er bis in Höhen von 2200 M. vorkommt, sowie des hohen Nordens, überall mindestens zwei Generationen. In warmen Gegenden und Jahren aber erscheint er schon so früh (um Basel schon Ende April) und noch so spät (ebenda bis Mitte September) und zwar ununterbrochen in immer wieder frischen Stücken, dass man fast genötigt wird, drei, wenn nicht mehr Generationen anzunehmen.

Sind nun etwa die Generationen einer und derselben Gegend in irgendwelchen Merkmalen verschieden? Ich muss zunächst für Basel, aber weiter auch ganz allgemein diese Frage verneinen. Denn niemals habe ich, weder bei ♂♂ noch bei ♀♀, weder für

die Ober- noch für die Unterseite irgendwelche durchgreifende, typische, von der Saison abhängige Unterschiede des Kolorits oder Zeichnung entdecken können. Verschiedene blaue Töne beim ♂, braune wie mehr oder weniger blaue Färbung beim ♀, alle erdenklichen Nüancen von grau oder braun der Unterseite beider Geschlechter kommen neben einander und mit allen Übergängen jederzeit vor. Deshalb ist mir die Aufstellung einer besondern Form *brunnea* Fuchs, bei welcher „die Unterseite aller Flügel roströtlichgrau bis rötlich graubraun“ sein soll, unverständlich, zumal der Autor ausdrücklich sagt, dieselbe komme überall vor, was ich nur bestätigen kann. Ob die ebenfalls von *Fuchs* benannten Rassen *septentrionalis* des europäischen Nordens und *sibirica* von Krasnojarsk von der gewöhnlichen europäischen Stammform sich scharf abgrenzen, ist mir zweifelhaft, da meine nordischen und sibirischen Exemplare durchaus nichts von ihr Abweichendes zeigen. Doch ist vielleicht mein Material für eine solche Entscheidung zu klein.

Was sodann die *celina* Austaut betrifft, welche ursprünglich als mauretanische Rasse bezeichnet wurde, und deren Eigentümlichkeit neben kleinem Format in schwarzen Randpunkten auf den Hinterflügeln bestehen soll, so liefern Spanien, Sizilien, die Balkanländer laut Angabe verschiedener Autoren genau gleiche Stücke.

Schon *Ochsenheimer* (Schmttlge. v. Europa I. 1. 1808 p. 41) erwähnt ein solches von Dresden. Ich finde sie aber auch um Basel, im Tessin, und vielleicht wird man ihr bei einiger Aufmerksamkeit allerorts begegnen; und anderseits liefert Nordafrika Exemplare, welche von den unserigen nicht abweichen.

Von dieser *celina* soll sich nun die 1905 von *Culot* (Bull. Soc. lépid. Genève) beschriebene, nach seiner eigenen Angabe leider etwas verfehlt abgebildete, syrische *lucia* nur durch Fehlen der schwarzen Hinterflügelpunkte unterscheiden. Beide Formen will *Culot* als gute Art auffassen und von Icarus abtrennen, aus Gründen, die er aber noch nicht mitgeteilt hat. Meinerseits kann ich, auch ohne seine Gründe zu kennen, nur sagen, dass mir wenigstens *celina* nur als eine von der Stammart *icarus* kaum trennbare Form erscheint. Exemplare, die der *lucia* genau entsprechen würden, fehlen mir jedoch.

Eine vielumstrittene Form ist die von *Bienert* 1869 benannte *persica*. Sie fliege in gewissen Teilen von Persien mit der Stammform vom Mai bis Juli, stimme auf der Oberseite mit Stücken der letztern aus dem nördlichen und mittleren Europa überein. Unten aber sei sie „fast weiss, die mittlere Punktreihe verloschen, die Randpunkte oft kaum, die roten Randmonde nur als bleiche Schatten angedeutet, der weisse Wisch in Zelle 3 und 4 ganz

unkenntlich.“ Seine Diagnose lautet deshalb kurz: „alis subtus albidis, punctis ocellaribus et maculis rubris extinctis.“ Spätere Autoren haben nun bald das eine, bald das andre dieser Merkmale unbeachtet gelassen und Stücke beliebiger Herkunft mit Mangel der Ocellen als *persica* bezeichnet. *Gillmer* und *Stichel* haben auf solche Missgriffe aufmerksam gemacht. Auch ich muss betonen, dass *Bienert's* ächte persica jedenfalls nicht einfach als individuelle Aberration gelten darf; denn aus allem geht hervor, dass er sie in ziemlicher Anzahl erbeutete. Aber andrerseits schliesst seine Angabe, dass *persica* mit der Stammart geflogen sei, jeden Gedanken an eine Lokalrasse aus. Überhaupt aber hat *Bienert* in Persien eine ganze Anzahl verschiedener Icarusformen, zum Teil an den gleichen Orten, beobachtet. Er erwähnt grosse und dunkle von Siaret, kleine und bleiche von Schahrud, wo er auch *icarinus* Scriba fand. Und von seiner *persica* sagt er überdies, dass „einzelne Exemplare scharf schwarz gezeichnete Randpunkte“ hatten. Also gab es zwischen den ganz verarmten und den typischen Stücken doch auch Übergänge; und es bliebe demnach für *persica* gegenüber der Stammform der Hauptunterschied: die weisse Unterseite beim ♂; denn nur von ♂♂ spricht er (Icarus ♀♀ sind wohl nie und nirgends unten weiss!)

Nun teilt aber persica diese auffallend helle Unterseite mit verschiedenen später aufgestellten asiatischen Icarusformen, z. B. mit *kashgarensis* und *yarkandensis* Moore (1879), *fugitiva* Butler (1881), welche laut *de Nicéville* zum Teil, laut *Bingham* sogar sämtlich in die europäische Stammform übergehen, was letzterer am Riesenmaterial des Britischen Museums nachwies. So ist es denn begreiflich, dass man als *persica* von Sammlern und Händlern aus denselben persischen Örtlichkeiten teils typische, unten weisse, teils aber etwas dunklere, graue oder gelbliche ♂♂ mit sehr verschieden entwickelten Augen und Punkten erhält. Bei der einzig bis jetzt existierenden Abbildung von *Seitz* (Taf. 80 g.) sind z. B. Ocellen und Randzeichnungen recht deutlich, wenn auch nicht kräftig, und entsprechende Stücke besitze auch ich. — Jedenfalls darf man — darin stimme ich *Gillmer* und *Stichel* ganz bei — nicht einfach unten verarmte Icarus ♂♂ als *persica* bezeichnen. Solche Stücke gehören eben zu den von mir generell als *paucipuncta* bis *caeca* bezeichneten individuellen Aberrationen, die überall vorkommen.

Was die *blauen icarus* ♀♀ betrifft, so will ich dieselben hier nicht eingehend besprechen, sondern auf das in den „Entdeckungsreisen“ Gesagte verweisen. Die kleinliche moderne Formenzersplitterung nebst obligater Namengeberei zeigt sich in ihrer ganzen

Lächerlichkeit nirgends deutlicher als hier, wo etwa ein Dutzend blauer Färbungen verschiedenen Grades benannt worden sind (s. die meisten derselben bei *Gillmer*, Int. Entom. Zeitschrift 1907 Nr. 1). Man hätte ebenso gut zwei Dutzende aufstellen können; denn zwischen je zweien des ersten Dutzends gibt es natürlich alle Übergänge. Nenne man doch einfach die weniger blauen *caerulescens*, die stärker blauen *caerulea!* Über diese Frage, ob die blauen ♂♂, wie es oft geschieht, als aberrativ zu bezeichnen seien, lässt sich übrigens streiten. Blaufärbung geringen und mässigen Grades ist, wie ich aus meinen Beobachtungen an etwa 300 Exemplaren meiner Sammlung vielleicht schliessen darf, doppelt so häufig, als reine Braunfärbung, und um Basel herum scheint jene im Sommer vorzuherrschen. Selten sind nur die hohen und höchsten Grade (z. B. *clara* Tutt, *amethystina* Gillmer).

Auch bei den braunen *icarus* ♀♀ kann man kaum einen bestimmten Typus feststellen. Selten sind sie ganz braun, ohne rotgelbe Randflecke; von solchen besitze ich nur zwei. *Gillmer* hat für sie 1907 den Namen *fulva* erteilt (der Name *brunnea*, den ich in Unkenntnis dieses Gillmerschen, sowie des von *Fuchs* für die braune Unterseite gegebenen, im Jahre 1910 vorschlug, muss also fallen). Abgesehen von dieser Rarität, wechseln aber die braunen ♀♀ ausserordentlich nach der Zahl und Grösse der rötlichen Randmonde, sowie nach deren Ausdehnung nur über die hintern, oder auch über die vordern Flügel. Sind dann diese Randmonde nach innen oder nach aussen noch bläulich oder weisslich eingefasst, so ergeben sich, alles zusammengenommen, unendliche Mannigfaltigkeiten, für welche *Tutt* in seiner bekannten Manier mehrere Dutzend von Aberrationen-Namen erteilt hat! Dass dabei irgendwie Lokalitäten oder Jahreszeiten von Einfluss wären, muss ich an Hand meines Materials entschieden bestreiten. Man trifft neben einander die allerverschiedensten Färbungen — ein Grund mehr, alle die spitzfindigen Namen abzulehnen.

7. **Lycaena hylas** Esper 1777. (*dorylas* Schiffermüller 1776, nomen nudum!)

Hylas erscheint in niedriger gelegenen und warmen Gegenden, z. B. um Basel, im Wallis, im Tessin, im Domleschg, um Wien etc. in zwei deutlich getrennten Generationen; in den Alpen, wo ich ihn bis 2300 m Höhe getroffen habe (Almagelalp, Gemmi, Col Lauson) nur in einer. Dass aber die beiden Generationen im einen oder andern Geschlecht sich durch irgend welche besondere Merkmale unterschieden, kann ich auf Grund von ca. 180 eignen Exemplaren der allerverschiedensten Herkunft nicht zugeben. Nur

will ich hier anführen, dass Herr *Carl Bayer* mir schreibt, nach seinen Beobachtungen seien die in Nordböhmen nur ein Mal im Jahr erscheinenden *hylas* durchschnittlich viel grösser, als die an seinem jetzigen Wohnort Fischamend in Nieder-Oesterreich zweibrutig auftretenden. Ich will aber hier anführen, dass *Treitschke* (Ochsenheimers Schmttlge. Bd. 10 I 1834, p. 67) angibt, in Oesterreich seien von dieser Spezies einzelne Stücke „nur in halber Grösse“, andere „ausgezeichnet ansehnlich“. Unsere einzige alpine Generation hat jedenfalls in der Grösse vor den zweien der tieferen Regionen nichts voraus.

Unter den verbreiteten europäischen Bläulingen ist *Hylas* wohl derjenige, welcher den Namen-Fanatikern am wenigsten zum Opfer gefallen ist. Das rührt allerdings nicht daher, dass er etwa eine bis in alle Einzelheiten beständige Stammform hätte. Im Gegenteil: verglichen mit manchen andern Lycaenen, wechselt er in der gleichen Gegend und Jahreszeit, nach der Färbung beider Seiten und zumal nach der Zeichnung der Unterseite, ungemein viel mehr. Das ergibt sich mir mit Sicherheit aus der Vergleichung meiner Exemplare. Deshalb begegnet man bei den verschiedenen Autoren so verschiedenen Darstellungen der Stammart. Während z. B. einzelne alte (*Schäffer*, *Esper*, *Bergsträsser*, *Hübner*) und auch einige neuere Autoren (*Hofmann*, *Berge-Rebel*) ihren Figuren kräftige Ocellen und lebhafte rotgelbe Randflecken geben, reden spätere öfters von sehr kleinen und verminderten Markierungen der Unterseite, wodurch sie nach *Seitz* geradezu „unverkennbar“ sein soll. Während laut einigen (*Berge* 1876, *Hofmann* 1887) die Unterseite bräunlich grau oder rotbraun oder gar (*Rühl* 1893) schwarzgrau genannt und gemalt wird, heisst sie bei andern (*Berge-Rebel*, *Fruhstorfer* 1910) hellaschgrau oder weisslich. Die einen nennen die Oberseite des ♂ himmelblau, andre lila, wieder andre silberblau. Alle haben Recht, denn alles das kommt vor; und Übergänge gibt es natürlich in Hülle und Fülle. Darum sollte man sich hüten, bei einer so ausserordentlich von Stück zu Stück variierenden Spezies Lokalformen aufzustellen, wenn man deren eng umschriebenes Vorkommen nicht sicher beweisen kann. Das gilt z. B. von der Form *castilla* Fruhstorfer, welche durch geringere Grösse, dunkleres Blau, „braungraue statt weisse Unterseite“ mit „undeutlicher roter Submarginalbinde“ von „mittel- und sonstigen südeuropäischen“ Exemplaren abweichen soll. Es gilt auch von *tiroliensis* Heydemann, welche sich von „mitteldeutschen“ Exemplaren durch kräftigere Färbung und Zeichnung der Unterseite unterscheiden soll, aber in meiner Sammlung zahlreich aus den allerverschiedensten Gegenden vertreten ist. Den beiden genannten

Autoren schwebt offenbar ein ganz bestimmter Typus von „mitteleuropäischen“ oder „mitteldeutschen“ *hylas* vor; aber einen solchen Typus gibt es eben nicht.

Dass vollends der Name *golgus* Hübner, samt seinen völlig überflüssigen Synonymen (*nisias* Meigen, *minor* Tutt) nicht der Aufbewahrung wert ist, da er nur einer Zwergform des *hylas* gilt, dürfte einleuchten.

Immerhin sind einige wenige Nebenformen von offenbar regionalerem Charakter mit Fug und Recht eigens benannt worden; so die spanische *nivescens* Keferstein mit ihrer weisslichen Oberseite (eine Parallelform zu der ebenfalls spanischen F. *albicans* von *coridon*). Ferner die *armena* Staudinger, mit abweichend blauer Oberseite und auffallend schwach gefärbter und gezeichneter Unterseite. Ähnliche Exemplare scheinen in andern Gegenden nicht vorzukommen.

8. **Lycaena bellargus** Rottemburg 1775 (adonis Hübner 1805).

Diese Spezies kommt in bedeutender Ausbreitung vor: in England, durch ganz Mittel- und Südeuropa, Nordafrika, Kleinasien, Mesopotamien, Persien. Sie geht vom Flachland bis in die Alpen hinauf; die höchsten Punkte, von welchen ich sie besitze, sind Pontresina (1900 m) und Roseggtal (2100 m). Sie ist im Gebirge einbrutig, sonst mindestens zweibrutig. Um Basel erscheint sie in warmen Frühjahren bereits Ende April; und noch im September habe ich öfters frische Stücke gefangen.

Trotzdem zeigt sie eine merkwürdig geringe Neigung zur Variation, und die einzige typische Regionalform, die man kennt, ist die südfranzösische und nordafrikanische *punctifera* Oberthür 1876 (1909 vom gleichen Autor in *punctigera* umgetauft) mit ihrem eigentümlich rundlichen Flügelschnitt, dem eigentümlichen Blau und den stark entwickelten schwarzen Randpunkten, oft auf allen Flügeln, beim ♂, der meist äusserst lebhaften Blaufärbung beim ♀.

Es hat den Anschein, als ob heisse Gegenden besonders grosse Individuen beiderlei Geschlechts hervorbrächten; so stammen meine grössten Exemplare aus Wallis, Tessin, von der Riviera, aus Spanien. Aber dabei verhalten sie sich in allen übrigen Beziehungen nicht anders als die landläufigen; und verschiedenes Kaliber kann doch keinen naturwissenschaftlichen Unterschied abgeben.

Auch sind vielleicht die oben mit sehr lebhaft roten Randflecken (oft in zusammenhängender Binde) und zuweilen einwärts von denselben noch mit blauen Keilen gezierten ♀♀, für welche nicht weniger als drei Namen (*alfacariensis* Ribbe 1905, *latefasciata* Schultz 1906 und *rufomarginata* Wagner 1909) erteilt wor-

den sind, in heissen und darum im allgemeinen südlichen Gegenden häufiger, als anderwärts. Doch besitze ich aus verschiedenen Örtlichkeiten mit anderm Klima zum Teil von mir selbst erbeutete ♀♀, welche einer mir von *Ribbe* selbst gelieferten *alfacariensis* nicht oder wenig nachstehen. Und dazu kommt, dass zwischen diesen stark dekorierten und den bescheideneren ♀♀ wieder alle Übergänge bestehen, jene also nur ein Extrem und nicht eine selbständige Form darstellen.

Bei den ♂♂ kann die Färbung etwas wechseln, bald dunkler blau, bald rein himmelblau, bald mehr lila, bald grünlich (*viridescens* Tutt) wie der von *Hübner* abgebildete *adonis* sein. Aber alle diese Farbentöne können nebeneinander vorkommen. Ja einer meiner ♂♂ hat grünliche Vorder- und violettblaue Hinterflügel. Nur als individuelle Aberrationen sind zu betrachten jene grauvioletten (*violaceo-grisescens* Oberthür) oder dunkelgrauen (*czekelii* Aigner, *suffusa* Tutt) Stücke, welche ausnahmsweise unter normalen auftauchen.

Grosse Verwirrung herrscht, wie ich schon 1910 hervorgehoben habe, hinsichtlich des Auftretens schwarzer Randpunkte auf der Oberseite des ♂. Zunächst muss es als irreführend bezeichnet werden, wenn, namentlich in Händler-Katalogen, die vorhin erwähnte Oberthür'sche Benennung „*punctifera*" für beliebige europäische ♂♂ gebraucht wird, welche schwarze Randpunkte tragen. Andrerseits scheinen Wenige die Häufigkeit dieses Vorkommnisses zu kennen, dessen geringere Grade allgemein unbeachtet bleiben. So konnte es geschehen, dass dafür eine Reihe von Namen erteilt worden sind (*parvipuncta* Aigner 1906, *punctifera* Trautmann 1908, *puncta* Tutt 1910; letzterer Name nicht, wie *Seitz* angibt, für Fälle von Punktierung auch der Vorderflügel, sondern für die gewöhnliche Punktierung der Hinterflügel allein). Tatsächlich ist jedoch das Auftreten der Hinterflügelpunkte viel häufiger als ihr Fehlen. Von meinen ca. 250 ♂♂ der allerverschiedensten Herkunft (ohne die ächten „punctifera") ist nur ein Sechstel ganz ohne die Punkte, während manche allerdings solche von nur geringer Zahl und Grösse aufweisen. Aber es gibt dabei alle Grade; und ich kann z. B. nicht finden, dass, wie einzelne Autoren angeben, gewisse, namentlich wieder heisse Gegenden (Wallis, Italien, Spanien, Griechenland) mehr und stärker punktierte Stücke liefern. Jedenfalls habe ich Grund zur Annahme, dass bei genauem Zusehen man überall die punktierten häufiger finden wird, als die punktlosen. So sollten eigentlich eher die letztern, in Minderzahl vorkommenden, eigens benannt werden, als die erstern. Äusserst selten ist aber jedenfalls das Auftreten

schwarzer Punkte im Vorderflügelsaum. Ich besitze kein einziges derartiges Exemplar und habe nie eines gesehen. Der bei *Berge-Rebel* abgebildete ♂ mit starken Punkten auf allen 4 Flügeln kann also nur als Ausnahme, nicht als Typus des *bellargus* gelten.

Das *bellargus* ♀ kann braun oder blau sein. Das eine Extrem bildet die höchst selten unter den andern fliegende, rein braune Form ohne Spur rötlicher Randmonde (*brunnea* m. 1910); das andre die besonders bei der *punctifera* Ob., also in Südfrankreich und Nordafrika, gelegentlich aber auch anderswo (Bild bei *Gerhard* T. 30 aus Süddeutschland; eignes Stück von Magdeburg) vorkommende, rein himmelblaue, nur mit prächtigen roten Saumflecken besetzte *coelestis* Oberthür 1909 (Taf. 29). Zwischen diesen Extremen aber lässt sich eine lange Kette von Abstufungen aufstellen, für welche wieder teils in alter, teils in neuester Zeit eine ganze Anzahl von Namen erteilt worden sind. Einzelne sind im allgemeinen braun, haben aber blaue Flügelwurzeln (*salacia*+*venilia* Bgstr.); bei andern reicht das Blau weiter in die Disci hinein *oceanus* Bgstr., *urania* Ghd.), bisweilen in langen Streifen (*radiata* Gaschet); und bei wieder andern überzieht es die Flügel zum grössten Teil (*coerulescens* Ob.) oder mit Ausnahme der Costae ganz (*thetis* Rottembg., *ceronus* Esp.).

Unter allen diesen mehr oder weniger blauen Formen haben die zwei zuletzt erwähnten die merkwürdigste Geschichte. *Rottemburg* merkte nicht, dass seine mit einem ♀ Namen versehene *thetis* tatsächlich ein ♀, zwar des *bellargus*, war; er hielt die teils braunen, teils blauen ♀♀, die zu dieser Art gehören, für solche der als ♂ aufgefassten *thetis*. Auch *Borkhausen* liess sich ähnlich täuschen und bildete 1789 sogar ein angebliches Paar von *thetis* ab; er erkannte aber später seinen Irrtum und erklärte den vermeintlichen ♂ nur für „eine schöne Abänderung des Weibchens des Bellargus.“

Esper malte zwei etwas verschiedene ♀ *ceronus* als ♂♂ einer eigenen Art. Manche seiner nächsten Nachfolger glaubten wenigstens, dass es sich dabei um eine in beiden Geschlechtern vorkommende Varietät von *bellargus* handle (so *Hübner*, *Ochsenheimer*). Ja trotzdem *Meigen* 1830 die Sachlage erkannt hatte, bildete noch 1853 *Gerhard* einen angeblichen *ceronus* ♂ ab von der reinblauen ♀ Form *coelestis* Ob., also durchweg hellblau mit roten Randflecken; dazu ein wirkliches, vorn braunes, hinten blaues *bellargus* ♀.

Blaue *bellargus* ♀♀ sind ungemein häufig; unter meinen ca. 200 Exemplaren ist die Hälfte mehr oder weniger, ein Sechstel sehr lebhaft blau. Aber ich kann keine Vorliebe der einen oder der andern Jahreszeit, dieser oder jener Gegend für Blaufärbung

herausfinden. Um Basel scheinen z. B. braune und blaue gleich häufig vorzukommen.

Kurz will ich noch der Form *polonus* Zeller gedenken, welche infolge fortgesetzter Verwechslungen zu einer angeblich sehr verbreiteten *bellargus*- oder *coridon*-Varietät gestempelt worden ist. Das begann, wie ich kürzlich entdeckt habe, damit, dass *Lederer* 1858 willkürlich vermutete, der erste von *Zeller* beschriebene und von *Herrich-Schäffer* abgebildete *polonus* sei nicht in Polen, sondern in Kleinasien gefangen worden und identisch mit einer dort häufigen Coridonform. 1871 warf auch *Staudinger* den ächten *polonus* zusammen mit armenischen blauen *coridon*. Von da an ist der Irrtum unbesehen weiter kolportiert worden. Jetzt findet man den *polonus* in allen führenden Werken (*Rühl*, *Staudinger-Rebel*, *Berge-Rebel*, *Spuler*, *Seitz*) zwar als Form von *bellargus* bezeichnet, welche an gewisse merkwürdig weit auseinander liegende Gegenden gebunden sei (Ostpreussen, Frankfurt am Main, Arragonien, Kleinasien). Aber dass er ein Hybrid zwischen *bellargus* und *coridon* sei, wie es ursprünglich von *Zeller* behauptet und kurze Zeit hindurch auch von *Staudinger* zugegeben worden war, und wie es neuerdings von *Tutt* mit aller Sicherheit nachgewiesen worden ist, das findet man in keinem jener Werke angegeben. So ist denn *polonus*, wie es schon seine Bastardnatur mit sich bringt, nicht eine Lokalform, die da oder dort in grösserer Zahl aufträte, sondern eine sehr sporadische Erscheinung, welche aber überall möglich wird, wo die beiden Eltenarten, die ja unter sich schon sehr nahe verwandt sind, neben einander fliegen, und darum aus den allerverschiedensten Orten (von *Vorbrodt* aus der Schweiz z. B. von 8 Stellen) gemeldet wird. Sie darf auch nicht verwechselt werden mit einer äusserst seltenen, bald da bald dort auftretenden himmelblauen richtigen Form von *coridon* (*calydonius* Wheeler), von welcher später die Rede sein soll. Dagegen halte ich es nach der Beschreibung der offenbar äusserst seltenen, angeblichen *coridon*-Form *hafneri* Beissecker für nicht unmöglich, dass diese mit *polonus* Zeller identisch ist; aber erst eine Abbildung könnte darüber Gewissheit geben.

9. **Lycaena coridon** (nicht cor*y*don) Poda. 1761.

Die Ausbreitung dieser Spezies entspricht ziemlich genau derjenigen des ihr sehr nahestehenden *bellargus*; nur in Nordafrika scheint sie zu fehlen. Als Regel gilt, dass sie auch in wärmeren Gegenden nur einbrutig ist und wesentlich im Juli und August fliegt; vor dem 4. Juli habe ich sie um Basel nie gesehen, doch öfters noch in den September hinein in frischen Stücken gefangen.

Die einzige Angabe von früherem Auftreten, das an eine Frühlingsgeneration in Mitteleuropa denken liesse, finde ich bei *Täschler*, welcher (Lepid. Fauna von St. Gallen und Appenzell 1870 p. 84) mit dürren Worten sagt: „Erscheint im Mai und wieder im Juli und August.“ Möglicherweise stützt er sich aber dabei auf vereinzelte Vorkommnisse. Eine ständige Frühbrut liefern dagegen gewisse noch zu besprechende Rivieraformen.

Coridon geht auch sehr hoch hinauf; ich habe ihn in den schweizerischen, savoyischen und tiroler Alpen bis zu 2300 m hinauf getroffen, und öfters in subalpinen Regionen, z. B. um Mürren im Berner Oberland, genau so massenhaft, wie er z. B. auf den Überschwemmungsgebieten am Rhein unterhalb Basel aufzutreten pflegt.

Eigentlich typische Lokalformen scheint er aber in Mitteleuropa nicht zu liefern. Immerhin wird es auch andern schon aufgefallen sein, dass alpine ♂♂ vielfach, vielleicht sogar der Mehrzahl nach, eine reiner blaue Oberseite aufweisen, als solche aus dem Flachland. — Im übrigen ist aber der Spezies eine individuelle Unbeständigkeit der Ober- und Unterseitenfärbung eigen, welche mit der Beharrlichkeit des *bellargus* in auffallendem Kontrast steht und überhaupt kaum bei einem andern Bläuling sich wiederholt. Man kann an einer und derselben Stelle Dutzende von ♂♂ und ♀♀ fangen, von denen fast jedes von allen andern in der Grundfärbung oben oder unten, bei ♂♂ besonders in der Beschaffenheit der Flügelsäume, abweicht. Das ist denn auch in raffinierter Weise von *Tutt* ausgebeutet worden zur Aufstellung einer Unzahl von Aberrationen mit Namen, welche für die Wissenschaft um so weniger Wert haben, als er dieselben nicht durch Abbildungen stützt, und folglich kein Mensch wissen kann, was er im einzelnen Fall vor Augen gehabt hat.

Hievon abgesehen, ist meines Wissens nur die eine mitteleuropäische Nebenform *altica* Neustetter aufgestellt worden; sie soll in den Alpen zwischen 800 und 2000 m fliegen und sich in beiden Geschlechtern durch Kleinheit, im ♂ durch silberblaue Färbung, schmalen Vorderflügelsaum, weiss eingefasste Hinterflügelpunkte unterscheiden, im ♀ durch düstere Ober- und helle Unterseite. Nachdem ich nun aber durch Jahrzehnte fast alljährlich in den verschiedensten Alpengebieten unzählige *coridon* gefangen habe, kann ich *Tutt* nur beistimmen, wenn er den alpinen Exemplaren dieser Spezies allgemein jeden Typus abspricht und die Form *altica* verwirft.

Ausgeprägtere Typen dagegen tauchen im südwestlichen Asien und im südlichen Europa auf. Dabei lässt sich im allgemeinen

feststellen, dass im Osten ausgesprochen blaue, nach Westen hin mehr und mehr hellblaugrünliche und zuletzt geradezu weissliche Formen auftreten. *Oberthür* betrachtet (Etudes 1896, p. 20) die blauen Rassen als die Norm, alle übrigen als abgeschwächte Varianten.

Der Orient liefert zwei eigentümliche Formen: die eine, am frühesten benannte und abgebildete ist *corydonius* H. Schäffer. Sein Bild des ♂ zeigt eine milchblaue, leicht lila schimmernde Oberseite mit dunkel umsäumten Vorderflügeln und am Rand punktierten Hinterflügeln. Genau entsprechend ist die Figur bei *Seitz* (Taf. 81 d. F. 7) und davon nur durch etwas andre Flügelsäume, aber nicht im Kolorit abweichend, auch diejenige der angeblichen Form *caucasica* (ib. e. F. 4), welche wieder nur *corydonius* ist. — Synonym mit *corydonius* ist *olympica* Lederer (1852), nicht aber, wie die Staudinger-Kataloge angeben, *ossmar* Gerhd. (1853).

Ossmar stellt vielmehr die zweite, rein himmelblaue Orientform dar; sie ist vom Autor nach Bischoff benannt, der aber nichts darüber geschrieben, sondern nur die betreffenden Exemplare gefangen hat, und zwar in der „Türkei" (was bei Gerhard immer die asiatische Türkei bedeutet). Das Bild (T. 31 F. 4) zeigt wohl eine etwas grelle Farbe, stimmt aber sonst zu der Beschreibung, welche *Lederer* 16 Jahre später (1869) zu einer „meleagerblauen" Form *caucasica* aus Armenien und Kaukasus gegeben hat. Der letztere Name ist zu Unrecht allgemein anerkannt, und zwar wohl deshalb, weil die Staudinger-Kataloge irrtümlich *ossmar* Ghd. als synonym mit *corydonius* HS. bezeichnen. (Ebenso allgemein wird, wieder in Folge eines Staudingerschen Irrtums, der Hybrid bellargus-coridon, der sogenannte *polonus* Zeller, mit *ossmar-caucasica* verwechselt.)

Diese beiden blauen Formen teilen mit unserm *coridon* die Neigung zu mancherlei individuellen Abänderungen, zumal der Breite und Intensität der dunkeln Flügelsäume. Ob zwischen ihnen eine scharfe Grenze besteht, ist höchst fraglich. Übergänge dürften um so eher vorhanden sein, als auch ihre Heimatgebiete sich zum Teil decken: *corydonius* wird vom Olymp, vom Taurus, vom Pontus und von Syrien angegeben, *ossmar* vom Pontus, aus Armenien und Kaukasus; Frau *Nicholl* und *Elwes* haben am Libanon reichlich Exemplare von sogenanntem *polonus* erbeutet, die mit der kaukasischen Form die grösste Ähnlichkeit hatten.

Nun aber beschränken sich ausgesprochen blaue Coridonformen nicht nur auf den Orient. Die der Spezies innewohnende Fähigkeit zur Hervorbringung solcher Färbungen kommt auch anderswo

zur Geltung. So hat *H. Schäffer* bereits (Fig. 500) als *hispana* einen im Diskus aller Flügel hellblauen, schwärzlich berandeten Falter abgebildet, der von seinem *corydonius* kaum abweicht. Ich besitze selbst 3 spanische Exemplare dieser Form, welche *Ribbe* in seiner andalusischen Fauna 1912 erwähnt als dortige Regionalform. *Oberthür* spricht 1896 von Stücken der Form *caucasica* aus den Pyrenäen und bildet ein solches ab, das hellblau, aber etwas weniger glänzend ist als *bellargus;* 1910 korrigiert er sich, indem er dieselben für *polona* Zeller erklärt. Jedenfalls waren es aber reinblaue *coridon*.

Als grosse Seltenheit trifft man nun einzelne Stücke vom Blau des *bellargus* oder *meleager* bald da, bald dort. *Wheeler* erwähnt z. B. eine Aberration *calydonius* (die er unrichtig nach *Lowe* benennt, da dieser nichts darüber veröffentlicht hat). Nach seiner ausführlichen Beschreibung müssen die beiden aus dem Wallis stammenden Exemplare der Form *ossmar-caucasica* ungemein ähnlich gewesen sein. Gleiches gilt nun von ♂♂ meiner Sammlung, deren einen ich unterhalb Basel gefangen habe, während die andern von Martigny, St. Moritz und Pontresina kamen; alle sind leuchtend blau mit teils schmalen, teils breitern, dunklen Säumen. *Vorbrodt* erwähnt solche Stücke aus den Kantonen Waadt, Genf und Zürich. Vermutlich wird man bei einiger Aufmerksamkeit auch anderwärts solche Seltenheiten finden.

Zu den typischen Coridonformen des südlichen Europa übergehend, erwähne ich zuerst *apennina* Zeller. Laut allen Beschreibungen und nicht am wenigsten laut denjenigen *Oberthür's*, der 1910 davon 300 Exemplare zu besitzen angab, handelt es sich hier um durchschnittlich kleine ♂♂ von blassem silberglänzendem Graublau oder Grünblau, häufig mit schwarzer Randpunktierung aller Flügel und sehr blasser Unterseite, sowie um braune ♀♀ mit weniger roten Randmonden der Hinterflügel. Das einzig vorhandene Bild bei *Seitz* (T. 81 d) gibt leider nur die Oberseite eines ♂ von beträchtlicher Grösse wieder. Die Form *graeca* Rühl, laut Angabe des Autors mit *apennina* am nächsten verwandt, dürfte von ihr kaum zu trennen sein. Doch zeigen eine Anzahl eigene ♂♂ einen entschiedenen Gold- statt Silberglanz. — Ob nur *apennina* so selbständig ist, wie es oft dargestellt wird, ist eine andre Frage. Nach gewissen in meinem Besitz befindlichen oder mir zur Einsicht gesandten Exemplaren aus den verschiedenen Gegenden des langen italienischen Gebirgszugs zu urteilen, entsprechen die dortigen *coridon* durchaus nicht alle der Form *apennina*. Laut *Oberthür* geht letztere in der Gegend von Florenz allmählich in die Form *rezniceki* Bartel über. Und aus der Umgebung von

Basel, aus dem Tessin, ja vom Simplon besitze ich andererseits ♂♂, die von *apennina* und *graeca* nicht, oder kaum zu unterscheiden sind.

Die italienisch-französische Riviera von Rapallo bis Hyères bringt nun in 2 Bruten, einer schon im April und einer vom Juni an erscheinenden, Coridonformen, welche nicht weniger als drei Namen erhalten haben: *rezniceki* Bartel 1904, *meridionalis* Tutt 1909, *constanti* Reverdin 1910. Alle drei sind in meist sehr ausführlichen, aber gerade darum vieldeutigen Beschreibungen, die erste und die letzte durch *Reverdin* auch in sehr schönen Abbildungen vorgeführt. Aber wie *Tutt* (Soc. ent. 1910, Nr. 11) einlässlich erörtert, besteht zwischen ihnen kein einziger tiefgreifender Unterschied, welcher zu deren Isolierung berechtigen könnte. Exemplare, welche jeder der drei Beschreibungen entsprechen, finden sich im ganzen Gebiet, so dass *Tutt* alle drei Formen in eine zusammenziehen will. Nur dürfte dann nicht seine Benennung *meridionalis* für alle gelten, sondern die um fünf Jahre ältere: *rezniceki* Bartel. Mein eignes Material ist wohl zu klein, als dass ich mir darauf ein sicheres Urteil bilden könnte. Ich kann aber feststellen, dass, was ich von *Bartel* und andern als *rezniceki* erhalten habe, von einer Anzahl *constanti*, die *Reverdin* im Var-Departement gefangen und mir geschenkt hat, sowie von andern gleicher Form, die ich aus der gleichen Gegend durch Händler bekommen habe, sich durch allerlei Merkmale wesentlich unterscheidet. Besonders fällt mir die sehr helle Unterseite bei jenen, die dunkle bei diesen auf. Der Unterschied ist sogar viel grösser, als man ihn beim Vergleich der Bilder beider Formen bei *Reverdin* erwarten sollte. Von unsern gewöhnlichen *coridon* weichen aber diejenigen der Form *rezniceki* im ganzen weniger ab, als *constanti*. Unter meinen ca. 400 ♂ und 300 ♀ Exemplaren mitteleuropäischer Herkunft sind manche der erstern sehr ähnlich, dagegen nicht eines auch nur annähernd der letztern, welche überhaupt am ehesten als eine richtige Lokalrasse gelten dürfte. Allerdings herrscht noch keine Klarheit darüber, ob nicht neben jenen angeblich rein meridionalen Formen auch unsre gewöhnlichen *coridon* vorkommen. Sicher ist dies jedenfalls für die französischen und spanischen Pyrenäen, wo laut *Oberthür* die „race ordinaire“ fliegt; ferner für ganz Catalonien und Aragonien. Stellenweise aber nimmt die Spezies einen andern Charakter an. Eine eigene Form ist z. B. diejenige, welche *H. Schäffer* als *hispana* (Fig. 500—501) abgebildet hat. Sie ist von geringer Grösse, oben ziemlich hell, aber in den Disci immer noch ausgesprochen bläulich. Ihr wird von verschiedenen Autoren eine bedeutende Verbreitung zugestanden. *Oberthür* erwähnt sie

zwar nur von Albarracin in der Provinz Teruel, *Rühl* und *Ribbe* aber auch von Lerida und Tarragona, sowie von dem weit entfernten Valencia, *Staudinger-Rebel* von Catalonien und Aragonien, *Rühl* schliesslich von ganz Spanien.

Von hervorragender Eigentümlichkeit aber ist die grosse, ebenfalls von *H. Schäffer* abgebildete und benannte *albicans*, deren ♂, wie schon ihr Name andeutet, eine weissliche Oberseite hat. [Der erste bei *Gerhard* auf Tafel 31 F. 1—1 a abgebildete *albicans* gehört nicht, wie *Oberthür* annimmt, zu *coridon*, sondern zu *hylas*; wohl aber ist *Gerhard's* zweiter *albicans* Taf. 31 F. 3 a, b mit dem *H. Schäffer*'schen identisch; ebenso *Gerhard's arragonensis* T. 32, F. 1 a, der bei *Staudinger-Rebel* irrtümlich mit *hispana* H. S. synonym erklärt wird.] *Albicans* scheint, teilweise mit *hispana* zusammen, auf Kalkhügeln durch ganz Andalusien bis in die Sierra Nevada hinauf, ferner in der Provinz Murcia zu fliegen; nach *Staudinger-Rebel* aber auch in dem nördlichen Aragonien. Wenn aber *Rühl* als Fundort auch Budapest nennt, und *Spuler* von einem bei Karlsruhe gefangenen Stück spricht, so dürften das kaum ächte *albicans*, sondern Albinos gewesen sein, wie sie gelegentlich überall auftauchen, und wie ich mehrere beiderlei Geschlechts von verschiednen Orten besitze. — Ob es gerechtfertigt ist, dass *Ribbe* von *albicans* noch fünf Unterformen abtrennt, bleibe dahingestellt. Sie unterscheiden sich doch nur durch die gleichen unbedeutenden Abweichungen in der Färbung der Flügelsäume, wie sie für *coridon* überhaupt bezeichnend sind.

Kurz berührt mögen auch die blauen *coridon* ♀♀ werden. Dieselben stellen in den meisten Ländern eine seltene Ausnahme dar. Ich habe z. B. in Jahrzehnten um Basel nur 2 erbeutet; und *Vorbrodt* weiss aus der ganzen Schweiz nur 7 weitere Fundstellen zu nennen. Aber um Paris und Bordeaux soll das blaue ♀ die Regel und das braune die Ausnahme bilden. Schon eine leichte blaue Wurzelbestäubung ist bei uns nicht gerade häufig; seltener ist der Fall, wo das Blau sich mehr in die Disci der Hinterflügel (*semibrunnea* Millière, *semisyngrapha* Tutt) oder der Vorderflügel (*opposita* Tutt), oder streifenförmig über alle Flügel (*radiosa* Gaschet, *inaequalis* Tutt) ausbreitet. Die grösste Rarität aber ist jene Form, wobei alle 4 Flügel das Grünblau des ♂ mehr oder weniger rein angenommen haben, und nur die Flügelsäume braun, die hintern aber gewöhnlich mit roten Randpunkten geziert sind. Die erste Benennung eines solchen ganz blauen *coridon* ♀ findet sich bei *Meigen* 1830 (II. p. 30, T. 47, F. 2, 2 a), der den Hübner'schen *tithonus* (eros Ochs.) wiedergeben wollte, aber nach einem Exemplar des Museums zu Lüttich ein charakteristisches

blaues *coridon* ♀ beschrieb und abbildete, unverkennbar durch seine Grösse, Gestalt, Zeichnung und gescheckte Fransen. Der Name *tithonus Meigen* hat demnach die Priorität vor *mariscolore* Boisduval 1840 und *syngrapha* Keferstein 1851, Namen, von denen der letztere widerrechtlich den blauen *coridon* ♀♀ geblieben ist.

Übrigens bringen auch die orientalischen Rassen *ossmar* Gerhd. und *corydonius* Hbn. gelegentlich blaue ♀♀ als Analogon zu *tithonus* Meigen hervor, wie ich denn ein tadelloses blaues *corydonius* ♀ besitze.

10. **Lycaena tithonus** Hübner 1905 (eros Ochsenheimer 1808).

[*Ochsenheimer* hat den Hübner'schen Namen *tithonus* verworfen, weil er „schon von *Linné* vergeben" sei. Wie ich aber schon in meinen „Entdeckungsreisen" erörtert habe, hat *Linné* diesen Namen für eine zu den Satyriden gehörende Spezies (Epinephele tithonus) erteilt[3]. Derselbe darf also ganz wohl für eine Lycaenide wieder gebraucht werden. Also hat *tithonus* Hbn. vor dem ganz allgemein gebrauchten *eros* Ochs. die Priorität.]

Tithonus ist ein richtiger Alpenbläuling und deshalb einbrutig. Tiefer als Fusio im Tessin (1280 m) habe ich ihn nie gefangen; dagegen bis in die Höhen des Sassellopasses (2350 m) und der Hohmatt (oberhalb Frutt 2400 m). Ausnahmsweise mag er sich in niedrigere Regionen verfliegen, und ich besitze sogar ein angeblich bei Linthal in Glarus (ca. 700 m) erbeutetes ♂.

In gewissen Jahren und Gegenden tritt *tithonus* massenhaft auf, wie denn *Vorbrodt* angibt, dass er im Val Piora zu tausenden fliege. Nach meinen Erfahrungen sind aber auch bei geselligem Vorkommen die ♀♀ spärlich; sie leben anscheinend sehr verborgen. Deshalb besitze ich auch auf ca. 100 ♂♂ nur 25 ♀♀.

Trotz ihrer weiten Verbreitung von den Pyrenäen durch die West-, Zentral- und Ostalpen, die italienischen Gebirge, den Balkan, bis zum Kaukasus und Ural variiert die Spezies innerhalb der europäischen Grenzen nur sehr wenig. Meine ♂♂ zeigen zwar ein etwas wechselndes, bald reineres, bald leicht violettes, bald grünliches Blau; die schwärzlichen Flügelsäume bald sehr schmal, bald etwas breiter, doch selten über 1 mm messend; die

---

[3]) *Linné,* Syst. Nat.-Ed. XII. Tom. II. Von pag. 521 an: Regni animalis Appendix.

p. 537. Tithonus. Papilis Pleb. Alis subdentatis concoloribus disco luteis: primoribus ocello bipupillato; pooticis punctis duobus albis. — Hab. in Germania. D. Fabricius. — Corpus Juscum, magnitudine et statura P. Pamphili. — Alae primores concolores, fuscae disco fulvo: Ocellus intra apicem, ater punctis 2 albis. — Posticae supra fuscae disco fulvescente. Punctum album minutum pone luteum colorem. Subtus fuscae; Fascia pallida undata; Puncta 2 alba nigro margine pone fasciam.

Hinterflügel ausnahmsweise mit freistehenden Randpunkten besetzt (F. *punctifera* m), gewöhnlich nur etwas ins Blaue hinein schwarzzackig. Die ♀♀ erscheinen heller oder dunkler braun, selten schwärzlich; zuweilen einfarbig, meist wenigstens auf den Hinterflügeln mit rötlichen Randmonden. Die Unterseite des ♂ ist grau, diejenige des ♀ bräunlich. Eine unterbrochene Kette rötlicher Randflecken pflegt beim ♂ nur undeutlich, beim ♀ etwas deutlicher zu sein. Doch kombinieren sich solche kleine Unterschiede kaum je in einer Weise, dass sie zur Aufstellung eigener Rassen berechtigten. Sie können in der gleichen Gegend von Stück zu Stück wechseln.

Immerhin darf wohl als eine typische Regionalform gelten die von *Oberthür* 1910 benannte *italica* der zentralitalienischen Gebirge. Der ♂ weicht oben von der Stammform nicht ab; unten dagegen ist er weisslich mit deutlicher gelblicher Randfleckenkette. Das ♀ trägt oben auf allen Flügeln gut entwickelte rötliche Randmonde, und unten ist es bei sehr hellbräunlicher Grundfarbe mit einer lebhaft hervortretenden Saumbinde von rötlichen Flecken geschmückt. Ähnliche, ja gleiche Stücke ♂ und ♀ Geschlechts finden sich nur ganz ausnahmsweise in den Alpen.

Einige weitere europäische Formen, welche unter sich nahe verwandt sind, gelten allgemein als zu *tithonus* gehörig. Sie weichen aber von dessen Stammform durch viel bedeutendere Grösse, robusteren Körperbau, die ♂♂ durch viel breitere dunkle Flügelsäume und ein zum Teil anderes Blau, die ♀♀ durch ein helleres Braunrot der Oberseite mit besser entwickelten roten Saumflecken, beide Geschlechter unten durch weit kräftigere Markierung der Ocellen und lebhafter gefärbte, breitere Saumbinden so wesentlich ab, dass sie vielleicht doch eine eigene Art darstellen. Eine derselben, *boisduvalii* H. Schäffer 1843, deren ♂♂ ungefähr das silberglänzende Blau des *tithonus* zeigen, bewohnt das südliche Russland, kommt aber auch auf dem Balkan vor. Die andre: *eroides* Frivaldsky 1835 (= *anteros* Freyer 1845, *everos* Gerhard 1853, *armena* Staudinger i. lit, *helena* Grum Grshimaïlo 1891) mit ihrem dunkleren, gesättigten Blau, ist im nordöstlichen Deutschland, aber auch in Kleinasien und sogar am Kukunoor gefangen worden. Wenn nicht mit der Zeit Zwischenstationen für dieselben entdeckt werden sollten, so wäre das also wieder ein interessantes Beispiel von einem Auftreten gleicher Formen an weit auseinanderliegenden Örtlichkeiten.

Unter den rein asiatischen Rassen zeichnet sich die von mir (Iris. 1911 T. II, F. 5) abgebildete, aus Jentshoufou in der Provinz Shantung stammende *Klaphecki* durch sehr langgezogene, stark

zugespitzte Vorderflügel, der ♂ durch sehr hellen Silberglanz aus, das ♀ durch sehr feurige Randflecken auf allen Flügeln. Unten haben beide Geschlechter sehr breite und zusammenhängende Saumbinden, die beim ♂ zitrongelb, beim ♀ ziegelrot sind. Über die andern asiatischen Formen, die grünblaue *erotides* Staudinger 1895 aus Sibirien und Thianshan, die himmelblauen *amor* Staudinger 1886 (*napaea* Gr. Gr. 1881) und *erigone* Gr. Grshimaïlo 1890, jene hauptsächlich aus Turkestan, diese aus dem Pamir; sowie über eine dunkelblaue, die ich 1910 von *Bartel* als *tatsienlouica* erhielt (vermutlich dieselbe, welche Oberthür 1910 erwähnt, ohne sie zu benennen), kann ich wegen zu spärlichen Materials nicht urteilen. Es wäre wichtig zu erfahren, ob sie nicht alle durch Übergänge unter sich und mit unserm alpinen *tithonus* verbunden sind. Interessant ist jedenfalls, dass *Oberthür* nicht nur von Exemplaren der Form *eroides*, sondern auch von richtigen *tithonus* spricht, welche er aus Ta-tsien-lou erhalten habe.

11. **Lycaena damon** Schiffermüller 1776.

Eine wohl überall spät erscheinende und deshalb einbrutige Spezies, die im Grossen und Ganzen ziemlich beharrlich ist. Wohl zeigen die ♂♂ allerlei kleine Verschiedenheiten der Oberseitenfärbung, die bald reiner blaue, bald violette, bald grünliche und auch in ihrer Intensität wechselnde Töne aufweist. Sodann variieren die dunkeln Flügelsäume, indem sie mehr grau oder fast schwarz, schmal oder breit, einwärts scharf begrenzt oder verschwommen sind. Auch die Unterseite beider Geschlechter ist gewissen Wechseln unterworfen: als Regel darf wohl gelten, dass beim ♂ die Vorderflügel mehr grau und heller sind, als die meist braunen Hinterflügel, während die braune Färbung beim ♀ an allen Flügeln nahezu gleich zu sein pflegt. Aber alle diese kleinen Differenzen können nicht die Aufstellung von Ortsrassen rechtfertigen, da man die verschiedensten Exemplare nebeneinander trifft.

Immerhin beobachtet man, dass (ähnlich wie beim *coridon*) subalpine und alpine ♂♂ oft tiefer und glänzender blau sind, als solche aus niedrigeren Gegenden. *Christ* gab z. B. 1883 an, dass Tarasper ♂♂ ein Ultramarinblau zeigten, das auf eine Hinneigung zur orientalischen *damone* Eversmann deute. — Sodann hat *Favre* kleine, schmale, schwarzrandige, aber sonst nicht abweichende ♂♂ aus dem Walliser Ferrettal zuerst für *actis* H. Schäffer gehalten, später, nach Erkennung seines Irrtums in *ferreti* umgetauft; und *Rätzer* hat (laut *Vorbrodt*) ähnliche am Simplon erbeutete Stücke als *alpina* bezeichnet. Mir hat es in beiden Gegenden nie gelingen wollen, genau entsprechende Exemplare zu fangen. Von

einer eigentlichen Ortsrasse wird man dabei um so weniger reden dürfen, als in beiden Gegenden auch die gewöhnlichen *damon* fliegen.

Eher erscheint das erlaubt bei der von mir kürzlich (Entomolog. Mittlgn. 1913, Nr. 10) aufgestellten *merzbacheri*, welche mir in 18 ♂♂ und 4 ♀♀ aus Dscharkent vorgelegen hatte. Sie zeichnet sich im ♂ Geschlecht aus durch eine ganz ausserordentliche Verdunkelung, welche von der blauen Färbung sehr wenig übrig lässt. Ganz isoliert wird auch diese Form kaum dastehen; und ich besitze selbst Exemplare aus Altai, Juldus und Mongolei, welche zwischen *merzbacheri* und unserm gewöhnlichen *damon* mehr oder weniger die Mitte halten.

Vorbrodt hat (diese Zeitschr. 1908, Nr. 49) mitgeteilt, dass er an seinen 18 ♂♂ von *damon* ein Zusammentreffen einerseits von ausgedehnterem Blau der Oberseite mit brauner Unterseite und grösserer Ocellenzahl, andrerseits von beschränkterem Blau mit heller, grauer Unterseite und kleiner Ocellenzahl festgestellt habe. Ich habe diese Angaben an einem viel grösseren Material, nämlich an 165 ♂♂ gewissenhaft nachgeprüft, bin aber nicht zum gleichen Ergebnis gelangt. Vielmehr fand ich, dass die Vorbrodt'schen Regeln nicht zutreffen. Im Gegenteil treffen bei meinem Material eher verdunkelte Ober- wie Unterseite mit grosser Augenzahl zusammen.

Sodann hat *Vorbrodt* bei ♀♀ durchschnittlich grössere Augenzahlen gefunden, als bei ♂♂. Dieses Verhältnis ist auch mir längst aufgefallen, und ich kann es an Hand meines Materials (65 ♀♀ zu 165 ♂♂) durchaus bestätigen. Die Augenzahl meiner ♂♂ beträgt durchschnittlich ca. 20 bis 22, diejenige meiner ♀♀ durchschnittlich 24 bis 25; und während vier Fünftel meiner auf ♂♂ auf den Vorderflügeln je 5 Augen tragen, besitzen vier Fünftel meiner ♀♀ deren 7. (Beiläufig gesagt, neigen übrigens, in allerdings viel geringerem Grad, auch die ♀♀ mancher andrer Lycaenen: icarus, bellargus, coridon, alexis zu einer im Vergleich mit den ♂♂ grösseren Augenzahl.)

Nur kurz sei noch beigefügt, dass bei den *damon* ♀♀ Blaufärbung äusserst selten ist. Eine geringe blaue Wurzelbestäubung der Oberseite kommt gelegentlich vor. Aber eine Ausdehnung des Blau über grosse Teile des Disci habe ich bisher bei einem ♀ des Basler Museums gesehen (f. *caerulea* m.)

Schliesslich will ich auch hier auf jene von mir (Iris, 1911, T. II. F. 10) beschriebene und abgebildete Form *decorata* aufmerksam machen, die längs der Ränder der hintern und zum Teil auch der vordern Flügel auf der Unterseite eine Kette von hellen

zuweilen schwarz gekernten Flecken aufweist, eine Aberration, die aber an verwandtschaftliche Beziehungen zur orientalischen *damone* Evsm. erinnert.

12. Die Lycaena Admetus-Dolus-Gruppe.

Diese Gruppe steht dem *damon* Schiffermüller und seinen Verwandten nahe, unterscheidet sich aber in mehr als einer Hinsicht sehr deutlich von ihnen. Es gehören zu ihr folgende Arten, bezw. Formen:

I. *admetus* Esper 1782 mit den Nebenformen:
  a) *rippertii* Boisduval 1832 (ripartii Freyer 1830),
  b) *mithridates* Staudinger 1878.

II. *dolus* Hübner 1805 (lefebvrei Godart 1821) mit den Nebenformen:
  a) *menalcas* Freyer 1839 (epidolus Boisduval 1840,
  b) *hopfferi* H. Schäffer 1851,
  c) *vittata* Oberthür 1892,
  d) *hadjina* Rühl 1895,
  e) *antidolus* Rebel 1901,
  f) *virgilia* Oberthür 1910.

Sie alle sind gekennzeichnet durch den nur ihnen eigentümlichen, aus langen, teilweise verfilzten Haaren gebildeten Pelz, der beim ♂ vom Körper aus die Wurzeln und verschieden grosse Flächen der Oberseite der Vorderflügel überzieht. *Boisduval* hat ihn zuerst 1832 beschrieben, „duvet cotonneux“ benannt und als Gruppenmerkmal von *rippertii* und *dolus* bezeichnet. Das Übersehen dieses „Wurzelpelzes“ hat dazu geführt, dass eine Reihe namhafter Entomologen die Dolus- und die Damongruppe zusammengeworfen und Formen der einen in die andre gestellt haben (wie ich in meinen „Entdeckungsreisen“ nachwies).

Die ♀♀ aber besitzen den Wurzelpelz nicht und unterscheiden sich überhaupt in beiden Gruppen so wenig von einander, dass es eines sehr geübten Auges bedarf, um sie zu trennen. So ist es denn z. B., wie *Oberthür* 1910 betont hat, sehr schwer zu entscheiden, ob der von *Freyer* 1830 (Beitr. z. Gesch. europ. Schmttlge. T. 133 F. 3) ohne Wurzelpelz abgebildete, also weibliche Falter, den er *ripartii* nennt, wirklich diejenige Admetusform darstelle, welche *Boisduval* als *rippertii* bezeichnet hat. Mir erscheint dies besonders deshalb unwahrscheinlich, weil *Freyer* die Fransen nicht braun malt, wie sie bei *admetus* und seinen Nebenformen in beiden Geschlechtern sind, sondern hellgrau, wie bei *dolus* und *damon*. Vermutlich hat dieses Bild 1834 *Treitschke* veranlasst, vom *ripartii*

♀ zu sagen: seine Fransen seien weiss, während sie beim ♂ bräunlich bleiben.

[Die Entscheidung ist deshalb nicht gleichgültig, weil es von ihr abhängen wird, ob der Name *ripartii* Freyer oder *ripperti* Boisduval für die betreffende Admetusform beibehalten werden soll. Sicher ist ja übrigens, dass *Boisduval* die Form zu Ehren des Barons Rippert de Beaugency benannt hat, wie er es in seinen Icones 1832 anlässlich der Publikation des Namens erzählt. Irgendwie muss *Freyer* von dieser Benennung vor der Publikation gehört haben. Er adoptierte dieselbe, aber nicht ohne sie 1830 unrichtig wiederzugeben. Bei der Unsicherheit der Deutung seines Bilds von *ripartii* erscheint es aber durchaus geboten, diesen Namen fallen zu lassen und den *ripperti* Boisd. in den ersten Rang zu stellen.]

Von den oben aufgezählten Formen sind nun die meisten schon als eigene Arten erklärt worden. So trennte *Boisduval* seinen *rippertii* ganz von *admetus* ab; andre folgten ihm, und noch 1878 bezweifelte *Staudinger* die Zusammengehörigkeit beider, die aber heute allgemein angenommen wird. Und was *mithridates* Staudinger betrifft, der nicht nur bei *Staudinger-Rebel*, sondern auch bei *Seitz* selbständig erscheint, so lässt sich dessen Artrecht gegenüber *admetus* kaum verteidigen. — *Menalcas* wurde nicht nur von *Freyer*, sondern von manchen neueren, z. B. von *Rühl* 1893, als Spezies neben *dolus* aufgeführt, dessen Nebenform er doch zweifellos ist. *Hopfferi* samt der Rasse *hadjina* galt früher als gute Art, wurde 1871 von *Kirby* ohne weiteres und von *Staudinger* mit ? als Dolusform aufgefasst, steht aber jetzt, trotzdem sie höchst wahrscheinlich eine solche ist, bei *Seitz* und *Staudinger-Rebel* wieder selbstständig da.

Alpheraky jedoch hat schon 1891 (Trans. Ent. Soc. Lond.) erklärt, dass er nach gewissenhafter Untersuchung zahlreicher Exemplare von *admetus*, *rippertii*, *dolus* und *menalcas* zur Überzeugung gelangt sei, es gehörten alle 4 zu *einer* Spezies, welche dimorph sei, indem sie sowohl blaue als braune ♂♂ hervorbringe.

Wiewohl nun mein Material viel zu klein ist, um mich mit voller Sicherheit urteilen zu lassen, glaube ich doch daraus den Schluss ziehen zu dürfen, dass wenigstens *dolus*, *menalcas*, *virgilia* und *hopfferi* eine Art sind, deren ♀♀ sich in keinem einzigen Punkt, deren ♂♂ sich nur durch wechselnde Färbung der Oberseite unterscheiden. Dagegen möchte ich an dem Artrecht des *admetus* und seiner Nebenformen gegenüber *dolus* etc. festhalten.

Nun liest man da und dort von angeblicher strenger geographischer Trennung derjenigen Formen dieser Gruppe, welche den bekannten weissen Längsstrahl auf der Unterseite der Hinterflügel tragen, von denjenigen, welche desselben entbehren. So wird z. B. gelegentlich behauptet, *admetus* sei südfranzösich, *rippertii* klein-

asiatisch. Das ist unrichtig: *Staudinger-Rebel* gibt für beide Aragonien, *Oberthür* die Basses-Alpen, *Rühl* etc. Taurus und Armenien an; und von letztern Gegenden besitze ich selbst beide. — Schon *H. Schäffer* (Syst. Beschrbg. VI 1851 p. 25) sagt übrigens vom *admetus:* „ein leichter Mittelstreif der Hinterflügel ist zuweilen angedeutet."

Weiter wird ziemlich allgemein angegeben, die mit dem Längsstrich versehene, von *Oberthür* benannte und zuerst aus dem Departement der Lozère beschriebene Dolusform *vittata* sei auf jene Gegend beschränkt. *Oberthür* selbst aber berichtet 1910, dass in den Seealpen beide Geschlechter dieser Form bald mit dem Strich, bald ohne denselben vorkommen. Meine eigne Sammlung enthält beiderlei Exemplare von Marseille, vom Col di Tenda und von Bordighera. Aber auch 4 ♂♂ und 1 ♀ vom Monte Gargano in Süditalien gehören zur *vittata*, ein Beweis, dass *Oberthür's* Regel, wonach die italienischen (von ihm als *virgilia* bezeichneten) Stücke ohne „bandelette" wären, nicht ganz durchgreifend ist.

Was die in manchen ihrer Exemplare vom typischen *dolus* kaum abweichende Nebenform *menalcas* Freyer vom Balkan und aus Kleinasien betrifft, so kommen auch bei ihr alle Abstufungen zwischen höchster Entwicklung und vollkommenem Fehlen des weissen Strichs vor. Auch das beobachte ich an eigenen Exemplaren. Und genau dasselbe gilt von der gleichfalls kleinasiatischen Form *hopfferi*, bezw. *hadjina*, von welcher die erstere den Strich haben, die letztere ihn entbehren soll. In Wirklichkeit gibt es auch hier alle Übergänge.

13. **Lycaena semiargus** Rottemburg 1775 (argiolus Füsslin 1775 — acis Schiffermüller 1776).

Dieser über ganz Europa, Kleinasien, Persien, das zentrale und nördliche Asien bis zur Mongolei und zum Amur verbreitete Bläuling ist im wesentlichen ein Frühsommerfalter, der aber ausnahmsweise einzeln noch bis in den August hinein getroffen wird. Eine ständige zweite Generation scheint nirgends vorzukommen.

Auch er zeichnet sich durch grosse Beharrlichkeit seiner Merkmale aus. Typische Lokal- oder Regionalrassen liefert wenigstens Europa — mit Ausnahme der südöstlichsten Gegenden — nicht. Doch pflegt das Flachland im allgemeinen stattlichere Exemplare hervorzubringen, als die Alpen. Aber ein Gesetz gibt es hier nicht: es kommen in der Ebene recht kleine und im Gebirge sehr grosse vor.

Meyer-Dür hat 1852 behauptet, der steigenden vertikalen Verbreitung der Spezies gehe parallel eine ganz regelmässige succesive

Grössenabnahme, so dass in den Hochalpen *semiargus* so klein erscheine wie *aegon*. Den hochalpinen Exemplaren schrieb er überdies schmalere und spitzere Vorderflügel, dunklere Unterseite und grössere Ocellen zu. Damit rechtfertigte er die Aufstellung seiner *montana*. Andre haben dem ♂ dieser Form ein dunkleres, trüberes Blau angedichtet, das *Meyer-Dür* nicht erwähnt. (*Seitz* dagegen spricht von einem „intensiveren", also wohl nicht dunkeln oder trüben Blau). *Millière's* violette *coelestina* (Icon. 1874, T. 154 F. 3) würde demnach mit *montana* übereinstimmen. — Nun ist ja zuzugeben, dass einzelne Alpenexemplare etwa die Eigentümlichkeiten der *montana* der Autoren aufweisen. (Händler verkaufen einem einfach kleine Stücke unter diesem Namen.) Aber unter meinen zirka 250 ♂ und ♀ *semiargus*, die zum weitaus grössten Teil aus höher gelegenen, ja alpinen Örtlichkeiten stammen, habe ich im Lauf mehrerer Jahrzehnte kaum ein Dutzend zusammengebracht, welche jenen Schilderungen genau entsprechen. Und ganz fest steht für mich, dass der *Meyer-Dür*'sche Parallelismus (oder besser Antagonismus) nicht existiert, auch eine Höhenrasse bei *semiargus* nicht vorkommt.

Interessanter sind die auf der Balkanhalbinsel, sowie in Kleinasien und Syrien auftretenden Formen:

bellis Freyer 1843,
antiochena Lederer 1861,
helena Staudinger 1862,
parnassia Staudinger 1870,

sowie die ostrussische Form:

impura Kronlikowski 1906.

Sie stellen gleichsam verschiedene Etappen einer eigentümlichen Entwicklung dar, indem sie durch das Vorkommen einer Anzahl von Randverzierungen der Unterseite von der Stammform abweichen. Bei letzterer beobachtet man bekanntlich zwischen dem Ocellenbogen und den Fransen niemals Flecken, weder rötliche oder bräunliche Halbmonde, noch schwarze Randpunkte. Dagegen zeigt schon *bellis* rötliche Makeln im Analwinkel; *parnassia* und *impura* besitzen solche von rötlicher oder bräunlicher Färbung längs des ganzen Hinterflügelsaums; *helena* und noch ausgesprochener *antiochena* haben im ♀ Geschlecht überdies auf der Oberseite der hintern, ja zuweilen auch der vordern Flügel rote Flecken.

[Wie weit die neuerdings von *Tutt* aufgestellten angeblichen Lokalrassen *balcanica*, *intermedia*, *mesopotamica* und *persica*, die er (Brit. Bttfl. III. 1906. p. 272—277) zwischen die eben besprochenen orientalischen einfügt, von diesen genügend abzugrenzen sind, ist

aus seinen Beschreibungen allein — ohne Bilder — kaum zu ersehen. Meines Erachtens unterscheiden sie sich nicht wesentlich von jenen orientalischen, die ja auch schon in einander übergehen.]

Nun beobachtet man, allerdings äusserst selten, auch bei unsern landläufigen *semiargus* ähnliche Erscheinungen, wie bei *bellis* etc. Ich verweise auf die von mir (Iris 1911, Taf. 2, Fig. 12) abgebildete Aberration *decorata*, die ich jetzt in 9 ♂ und 6 ♀ Stücken verschiedenster Herkunft mit verschieden deutlicher Ausprägung besitze. Alle haben längs der hintern, einzelne sogar längs der vordern Flügelsäume weissliche oder bräunliche, zum Teil schwärzlich gekernte Randflecken und stellen dadurch Übergänge zu den Orientformen dar.

Zu den grössten Raritäten aber gehören 2 aus Basels weiterer Umgebung stammende ♀♀ meiner Sammlung, welche oben in den Analwinkeln einige rostfarbige Randflecken aufweisen und damit ebenfalls an jene Formen anklingen. Ich habe diese Aberration 1910 *rufomaculata* getauft.

[Wenn ich hier *Lycaena coelestina* Eversmann (1843) erwähne, so geschieht es, weil ich es für nicht unmöglich halte, dass diese den Kaukasus und Südrussland bis Orenburg bewohnende, zumal im ♀ Geschlecht den Formen *bellis* etc. sehr nahe stehende Form eine *Semiargus-Rasse* darstellt, und dass mit der Zeit zwischen ihr und jenen Kleinasiaten Übergänge entdeckt werden könnten.]

Ob die von mir (Iris 1911, T. 2, F. 12) beschriebene, abgebildete und benannte prächtige *pontica* aus der Gegend von Amasia, die wahrscheinlich bis jetzt erst in dem einzigen, mir von *Bartel* geschenkten ♂ Exemplar existiert, sich schliesslich auch als eine Form von *semiargus* entpuppen wird, muss ich vorläufig dahingestellt sein lassen.

Tutt hat (l. c. p. 270—272) noch 4 asiatische Formen: *uralensis*, *altaiana*, *amurensis* und *fergana* genannt. Auch hier macht sich der Mangel an Bildern sehr fühlbar. Denn aus den Beschreibungen lässt sich unmöglich erkennen, ob es sich wirklich, wie die Namen andeuten, um einige von der europäischen Stammform abtrennbare Ortsrassen handle. Ich selbst besitze zu wenig asiatisches Material, um hier sicher urteilen zu können. Was ich aber besitze, lässt mich vermuten, dass es sich bei *Tutt* um unbedeutende, keineswegs typische, sondern um Variationen handelt, die in Europa gleich vorkommen.

Als *aetnaea* hat *Zeller* (Iris 1847, p. 148) ein am Aetna gefangenes, abgeflogenes ♀ benannt, das jetzt im Britischen Museum ist. Er war geneigt, es wegen seiner auffallend grossen Ocellen, deren Bogen den Fransen näher stand als dem Mittelmond, für

eine eigene Art zu halten. Aber laut *Tutt* stellt es nur eine individuelle Aberration dar, die das Museum von den allerverschiedensten Orten her gleich besitze. Er findet deshalb, der Name sei nicht der Aufbewahrung wert. Auch meine Sammlung enthält mehrere ♂ und ♀ Stücke verschiedener Provenienz, die, soweit man es *Zeller's* Beschreibung entnehmen kann, mit *aetnaea* übereinstimmen, aber mitten unter normalen gefangen worden sind.

Zum Schluss noch eine Bemerkung betreffend die Form *caeca* von *semiaegus*. *Fuchs* hat (Stettin. Ent. Ztg. 1883, p. 253) mit diesem Namen ein angeblich unten ganz augenloses Exemplar bezeichnet. Sein Original, ein stattlicher ♂, gefangen 1881 bei Eperies, Ungarn, gehört mir. Er trägt eine von *Fuchs* geschriebene Etikette mit der Angabe: „unten augenlos". In Wirklichkeit zeigt es aber beidseits im vordern Teil der Hinterflügel je ein grosses, weiss umzogenes Auge. — Einen absolut augenlosen ♂ besitze ich dagegen von Breslau.

14. **Lycaena alexis** Poda 1761 hat eine weite Verbreitung durch die palaearktischen Gebiete, ausgenommen England und die nördlichsten Länder. Auch Spanien, das im *Staudinger-Rebel-*Katalog 1901 noch als fraglich galt, bewohnt er; ebenso Nord-Afrika. In Asien geht er durch Sibirien bis zum Amur.

Er ist ein ausgesprochener Frühlingsfalter. Ob er irgendwo eine zweite Generation liefert, ist zweifelhaft. Einzelne Beispiele vom Auftauchen im Juli und August, wie sie z. B. *Vorbrodt* von einigen schweizerischen Orten meldet, beweisen noch keine richtige Sommerbrut, können vielmehr auch Fälle verzögerter Exclosion sein.

Trotz der grossen Verbreitung finden sich bei dem Falter wenig typische Nebenformen. Zwar zeigen die ♂♂ statt einer bald heller, bald dunkler blauen, glänzenden Oberseite stückweise eine leichte lila Färbung, erscheinen auch ausnahmsweise grau (*plumbeus* m.). Auch beobachtet man gelegentlich solche mit auffallend breiten dunkeln Flügelsäumen (*latimargo* m.).

Ziemlich überflüssig erscheint die Aufstellung der Form *tristis* Gerhard, die sich nur durch dunkleres Blau der Oberseite des ♂ unterscheidet und wohl nirgends als Ortsrasse auftritt.

Wie weit die von *Püngeler* benannte Form des Iligebiets (*laetifica*) selbständig als eigene Art dasteht, oder nur als Alexisform zu betrachten ist, wage ich nicht zu entscheiden. Der Autor neigt nicht nur wegen der sehr hellblauen Färbung, wegen der schmalen schwarzen Flügelsäume beim ♂ und wegen der fast die ganze Unterseite der Hinterflügel deckenden gelblichgrünen Metallbestäubung bei ♂ und ♀, sondern namentlich wegen der roten (statt wie

bei der Stammform schwarzen) Fühlerkolben dahin, sie für eine gute Spezies zu halten. Ich besitze aber aus dem Iligebiet und aus Achaltekke mehrere Exemplare, die zwar schwarze Fühlerkolben haben, sonst aber von der typischen *laetifica* sich nicht unterscheiden, oder höchstens um eine Nuance dunkler blau sind, also eine Zwischenform darstellen.

Die ♀♀ von *alexis* sind oben gewöhnlich mehr oder weniger stark von den Flügelwurzeln aus blau überlaufen, äusserst selten aber bis zu den Flügelsäumen ganz blau (f. *caerulea* m.). Eine oben dunkelbraune bis schwarze, höchstens an den Wurzeln ganz leicht blau bestäubte ♀ Form hat *Rühl* zu Ehren des bekannten früheren Walliser Sammlers *andereggii* getauft. Derselbe hat sie in seiner Heimat entdeckt. Sie stellt die im Rhonetal herrschende Varietät dar, neben welcher aber auch die blaue Form vorkommt. Sie fliegt ferner im Tessin, in den Seealpen, in Nieder-Oesterreich, Dalmatien, Krain, Kroatien etc., überall neben blauen.

Die metallische Bestäubung der hintern Flügelwurzeln auf der Unterseite zeigt in beiden Geschlechtern ein ausserordentlich wechselndes Verhalten. Gewöhnlich ist sie von bläulicher Färbung und zugleich von geringer oder mässiger Ausbreitung so, dass sie nur bis zum Ocellenbogen reicht und diesen nicht verdeckt. Aber nicht selten ist ein grünlichgelber Messingglanz, zumal bei ♀♀. Und bisweilen dehnt sich diese Bestäubung so weit aus, dass die Ocellen, zumal die mittleren, darunter verschwinden. Der höchste Grad eines die ganzen Hinterflügel einnehmenden grünspanigen Glanzes findet sich bei der von *Staudinger* eigens benannten, von Kleinasien bis zum Juldus auftretenden, aber mit unsern Exemplaren durch alle Zwischenformen verbundenen, oben nicht abweichenden *aeruginosa*. Die Ocellenzahl kann bei *alexis* sehr wechseln. Nicht selten ist sie so gross, wie sie bei Lycaenen überhaupt werden kann, nämlich 8 auf den Vorder-, 9 auf den Hinterflügeln. Aber auffallend häufig ist die in *Poda's* Diagnose erwähnte Fünfzahl der Vorderflügel. Ich finde sie bei fast der Hälfte meiner ca. 120 ♂♂ und ca. 60 ♀♀. Ja die Verarmung geht hier zuweilen noch viel weiter: die Vorderflügel besitzen z. B. nur 4 oder 3 Augen; und besonders häufig erscheinen die Hinterflügel fast oder ganz blind, auch wo keine breite Metallbestäubung besteht, welche einzelne Augen verdecken könnte. (F. *paucipuncto* m.) Von solchen Stücken besitze ich eine lange Serie aus beiden Geschlechtern. Äusserst selten und verblüffend ist aber die Aberration, wobei auf beiden Flügeln alle Augen fehlen, wie es bei 3 eigenen ♂♂ der Fall ist. Solche Formen sind als *caecae* zu bezeichnen. Ein Fehler ist es aber, wenn oft einzelne auf den Hinterflügeln augenlose Stücke,

die mitten unter der Stammart fliegen, als *lugens* Caradja bezeichnet werden. Diese Form weicht vom Typus ab durch dunkleres Blau, breitere Flügelsäume, sehr helle Unterseite, ganz eingeschränkte blaue Wurzelbestäubung und dabei ganz fehlende Hinterflügelaugen. Sie ist vom Autor als rumänische Regionalrasse beschrieben, kommt genau gleich bei Sarepta vor, ist also keineswegs verbreitet.

Noch bleibt die aberrative Zwergform *blachieri* Millière zu erwähnen, welche ohne lokale Beschränkung da und dort, doch bis jetzt nur in heissen Gegenden: Cannes, Genf, Wallis, Triest, Dalmatien etc. neben der Stammform beobachtet ist. Die ♂♂ sind oben dunkler und trüber blau und lassen die Ocellen, die an den Hinterflügeln grösser sind, als bei gewöhnlichen Stücken, nach oben durchscheinen; die ♀♀ sind oben dunkelbraun, mit deutlichen (den gewöhnlichen Exemplaren fehlenden) Mittelmonden der Vorderflügel, ferner mit einer alle Flügel durchquerenden, dem Ocellenbogen der Unterseite entsprechenden Kette schwärzlicher Flecken; ihre Unterseite ist oft dunkelbraun. Beide Geschlechter zeigen entfernte Ähnlichkeit mit *melanops* Bsd., und *Millière* hat deshalb sogar an Hybridation zwischen beiden gedacht. Alle neueren Autoren beschreiben *blachieri* unvollständig oder gar falsch, und die Händler lieferten mir noch immer unter diesem Namen einfach kleine Alexis-Stücke. Die Bilder bei *Seitz* (T. 80 g.) entsprechen ungefähr der Originalbeschreibung, zeigen aber leider nicht die charakteristische Unterseite.

Manuskript eingegangen, 17. Januar 1919.

Versuche über drahtlose Telegraphie in den Alpen.

(Mit 5 Textfiguren.)

Von

E. Banderet.

Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen von den in der drahtlosen Telegraphie üblichen Wellenlängen im Gebirge ist nur ganz vereinzelt Gegenstand einer Publikation gewesen. Es sind als erste *Lecarmes*[1]) Versuche (1) am Mont Blanc anzuführen; auch *K. E. F. Schmidt* (2) gibt an, Versuche über Ausbreitung solcher Wellen über Firnfelder ausgeführt zu haben.

In der Schweiz sind seit einigen Jahren für militärische Zwecke transportable Stationen im Gebrauch. In den Jahren 1916 und 1917 sind Versuche über Benützbarkeit und Reichweite solcher Stationen angestellt worden; diese Versuche führten naturgemäss in die Alpen. Die benutzten Apparate mit Tonfunken waren von der Firma Telefunken gebaut. Der Generator lieferte ca. 4 kW. Die Schirmantenne war auf einen 25 m hohen Teleskopmast montiert. Ihre elektrischen Dimensionen sind mir nicht bekannt. Die Antennenstromstärke war bei den gebräuchlichen Wellen, von 600 m bis 2100 m, variabel, gewöhnlich 10—12 Ampère, doch wurden auch höhere Werte, bis 18 Ampère gemessen. Einzig Bern hatte im Jahr 1917 eine feste Station mit Knarrfunken und T-Antenne.

Zwischen einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Stationsorten (ungefähr 40, in den Figuren 2 und 3 sind nicht alle eingezeichnet) wurden Wellenversuche angestellt, d. h. für verschiedene Wellenlängen die Empfangsintensität nach der Parallelohmmethode bestimmt. Die Zahl der Ohm wurde nach dem Gehör geschätzt, nachdem die Telegraphisten auf das Schätzen eingeübt worden waren. Es ist sofort ersichtlich, dass diese Messungen, die ja keine wissenschaftlichen Zwecke verfolgten, mit schwerwiegenden Fehlern behaftet sind. Zu den Nachteilen der Parallelohmmessung (2), wie

---

[1]) Vergl. Literaturverzeichnis am Schluss der Arbeit.

wechselnde Empfindlichkeit der Detektoren, subjektive Aufnahmen der verschiedenen Telegraphisten, Angaben, die nicht linear mit der Energie im Empfänger zusammenhängen, kommt noch die Unsicherheit des Schätzens. Wir können daher nur qualitative Regeln ableiten, keineswegs zahlenmässige Verhältnisse. Leider sind die Angaben über die Witterung sehr dürftig, die Senderenergie bei jeder Messung ist unbekannt, auch sind Strecken, die nicht überbrückt werden konnten, nicht angegeben[2]).

Ein Einfluss der geologischen Beschaffenheit des Standortes konnte nicht nachgewiesen werden, der kaum zu erwarten ist, da die Dielektrizitätskonstante der Gesteine nicht stark mit der Zusammensetzung, mehr mit dem Nässegrad variiert (4); dieser ist aber unbekannt.

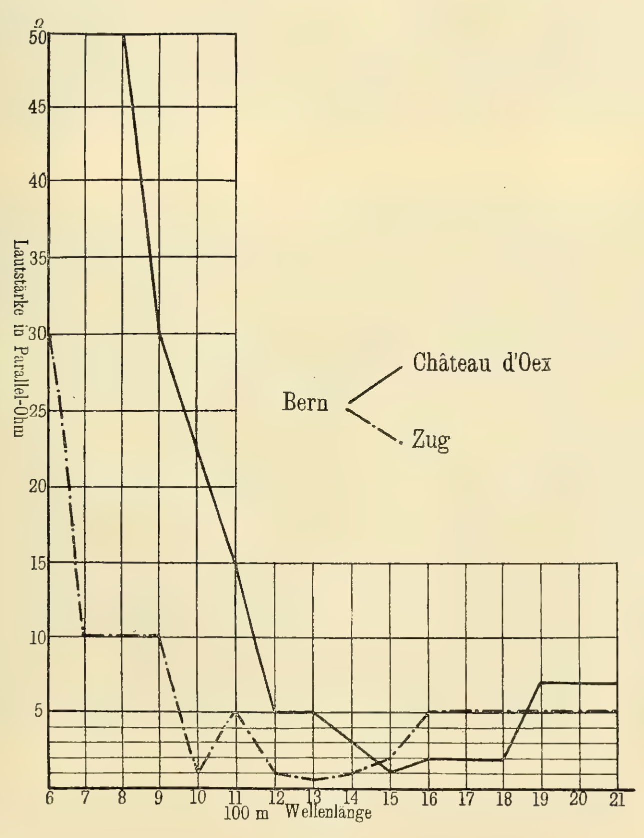


Fig. 1.

---

[2]) In den Fig. 1, 4, 5 sind Messungsreihen graphisch aufgezeichnet. Die einzelnen Punkte sind durch Geraden verbunden, nur um die Punkte einer Messreihe zu verbinden. Die Wellenlänge in 100 m ist Abszisse und die Lautstärke in Parallelohm Ordinate.

In einigen Versuchen von 1916 sind Wellenemissionen einer Station gleichzeitig an 2 Orten aufgenommen worden. Figur 1 stellt einen solchen Wellenversuch dar. Die von Bern ausgesandten Zeichen wurden gleichzeitig in Zug und Château d'Oex (Z. und C. in Figur 2) mit gleichen Apparaten aufgenommen, sodass die in Betracht kommenden Dimensionen (besonders Selbstinduktion, Kapazität und Widerstand der Antennen) als ungefähr gleich angesehen werden dürfen. Analoge Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt mit Angabe der Welle mit maximalster Lautstärke bei jeder Empfangsstation.

Sendestation	1. Empfangsstation	maximale Welle	2. Empfangsstation	maximale Welle
Bern	Zug	1000—1300	Château d'Oex	1500
Zug	Bern	900—1800	"	1500
"	"	1000—1200	"	1500
Luzern	"	900—1600	Grimselpass	1700
"	"	900—1500	Linthal	1400

Nach den Empfangsstationen Château d'Oex, Grimsel und Linthal müssen die Wellen über bedeutende Höhenzüge, was bis zur entsprechenden Station 1 nicht der Fall ist. Die kleinen Wellen werden in den Stationen 2 schlecht empfangen.

Es ist an Hand der Resultate von 1916 möglich, den ungefähren Verlauf einer Fernwirkungscharakteristik in den Alpen für die Station Bern zu zeichnen, also die Orte zu verbinden, die mit unseren Apparaten Bern mit gleicher Lautstärke, hier 1 Ohm, hören (Figur 2). Deutlich tritt die hemmende Wirkung der Alpenketten hervor, noch deutlicher drängt sich aber die begünstigende Wirkung der Fluss- und Seetäler auf, wie es das Aare-, Reuss- und Limmat-Tat zeigen. Die längste nachts überbrückte Strecke in den Alpen längs der Ketten, St. Maurice-Julierpass = 205 km, wurde mit 1 Ohm empfangen (beste Wellen 600 – 900), quer zu den Ketten war die längste durchmessene Strecke Rigi-Julierpass von 116 km Länge und wurde bei $\lambda = 1100$ m mit 10 Ohm empfangen[3]).

Firngebiete wirken dagegen offenbar ungünstig auf die Fortpflanzung der Wellen ein. Standorte, deren Verbindungslinien über die Gletschergebiete des Tödi, der Urner Alpen und besonders

[3]) Die hemmende Wirkung der Juraketten haben neuerdings unter Leitung von Prof. Zickendraht angestellte Versuche von Basel aus gezeigt. In der Rheinlinie hörte man Basel (kleine Station mit 2,2 Amp. Antennenstrom) auf 116 km mit 1 Ohm, quer zum Jura auf dem Rigi mit 5 Ohm in 92 km.

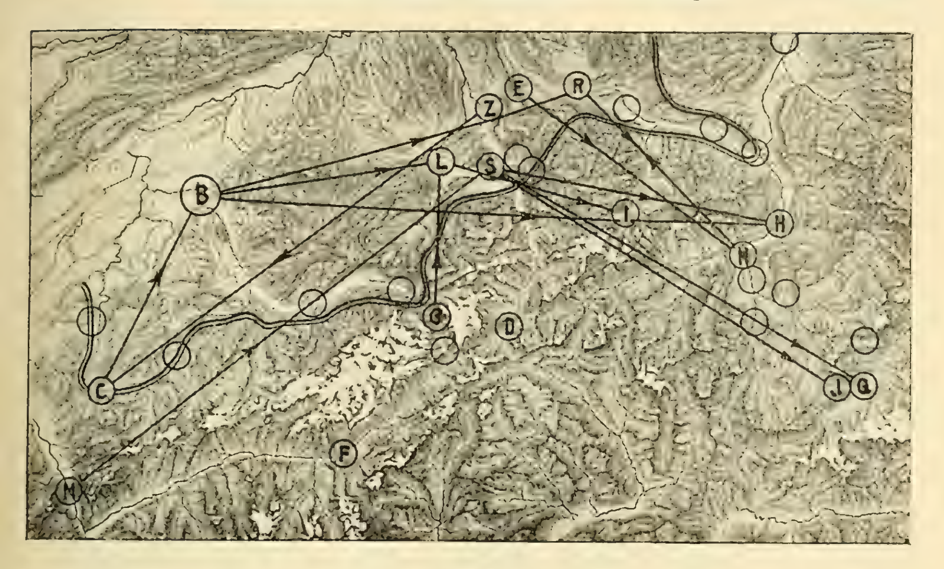


Fig. 2.

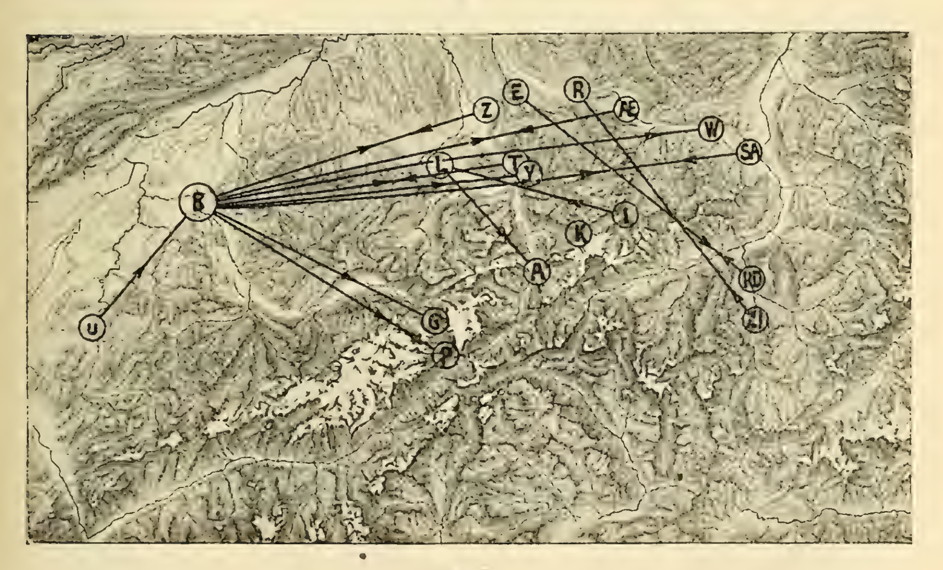


Fig. 3.

In den Karten sind einige Standorte durch Ringe angegeben. Es bedeuten: A Amsteg; AE Schännis; B Bern; C Château d'Oex; D Andermatt; E Hirzel; F Brig; G Guttannen; H Chur; I Linthal; J Julierpass; K Klausenpass; L Luzern; M St. Maurice; N Bonaduz; P Grimselpass; Q St. Moritz; R Rapperswil; RD Rodels; S Rigi-Scheidegg; SA Sargans; T Steinen; U Bulle; W Wallenstadt; Y Schwyz; Z Zug; ZI Zillis.

Die Geraden verbinden Standorte, deren Verkehr für unsere Frage berücksichtigt werden kann. Die Pfeile geben nur die Fortpflanzungsrichtung an. Die Doppellinie in Figur 2 ist die Fernwirkungscharakteristik für Bern.

der Berner Alpen führten, konnten im allgemeinen nur bei Nacht oder gar nicht in Verkehr treten. Versuchstabellen sind freilich nur spärlich vorhanden; ich konnte durch mündliche Mitteilung u. a. in Erfahrung bringen, dass Andermatt D und Brig F nur nachts und schwer mit Bern sich in Verbindung setzten. In der Literatur fand ich nur die kurze Angabe von *Schmidt* (2).

Bei der Frage nach dem Unterschied zwischen Aufnahmen bei Tag und Nacht weisen unsere Versuchsreihen der Oberflächengliederung des durchlaufenen Geländes eine besondere Bedeutung zu. Die auftretenden Unterschiede sind bisweilen sehr stark. Ich habe mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Methode nur solche vergleichbare Versuchsreihen berücksichtigt, bei denen starke (Figur 2) oder dann gar keine (Figur 3) Unterschiede in der Lautstärke verzeichnet waren.

Die Figuren zeigen wohl deutlich die Wirkung des Gebirges: Kann die Welle in einem Tal oder in der Ebene sich fortpflanzen, so ist der Unterschied unmerklich, vgl. dazu U-B (gegenüber C-B auf Karte 2), dann B-G und B-P im Aaretal, L-A im Reusstal, ebenso die Stationen im Limmattal AE, W und SA. Dagegen bewirken quer zur Bewegung liegende Ketten vorwiegend Unterschiede. Besonders stark werden diese, wenn die Empfangsstation im „Schatten einer Höhe“ steht (5). Der Verkehr vom Mittelland in die Alpen zeigt die Erscheinung stärker als umgekehrt, z. B. L-J gegenüber J-L auf Figur 3, weiterhin B-H, S-H, usw.; auch B-L ist so verständlich, da in Luzern die Empfangsstation hinter einem Hügel, von Bern aus, stand. Aus der Regel fallen dann freilich B-R auf Figur 2, und in Figur 3 E-RD und R-ZJ, wenn gleich bei diesen Strecken die Standorte nicht hart an einer Kette liegen. Ja sogar Umkehrungen sind beobachtet worden, besonders auffallend ist eine Doppelreihe L-G, wo die Tagesaufnahme als stärker aufgezeichnet ist.

Bei einigen Doppelreihen ist mir die durch die Kurven 4 und 5 dargestellte Erscheinung aufgefallen. Die (ausgezogene) Kurve der Tagesaufnahme zeigt ein Maximum der Lautstärke bei einer kleineren Welle als die (gestrichelte) Kurve der Nachtaufnahme. Drei andere Aufnahmen zeigten dasselbe Bild, während das Umgekehrte nicht auftritt. In Figur 5 scheint sogar eine allmähliche Verschiebung des Maximums vom Tag (8—1300 m) über Dämmerung (1300 m) zur Nacht (1500 m) gegen längere Wellen hin stattzufinden. Es ist zu berücksichtigen, dass gerade die Bestimmung der Maxima bei diesen Versuchen mit ziemlicher Sicherheit erfolgte. Andererseits sind die Fälle, die diese Erscheinung zeigen, zu wenig zahlreich, und die

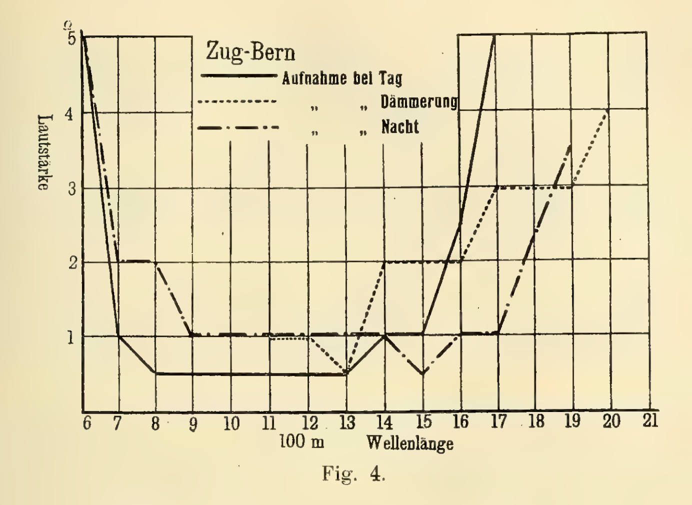


Fig. 4.

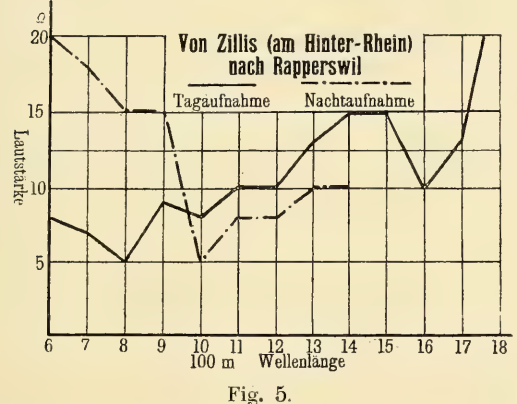


Fig. 5.

elektrischen Grössen des Senders und Empfängers in jedem Fall unbekannt.

Auch das Auftreten von freak-Verbindungen (5) haben wir beobachtet, d. h. schwankende Lautstärke in sehr kurzer Zeit von guter Hörbarkeit zu völligem Verschwinden und allmählichem Anwachsen zur guten Hörbarkeit; besonders stark zeigte dies K-B.

Wenn wir die etwas unsichere Beobachtung der Maximumsverschiebung auch nicht berücksichtigen, so scheinen mir doch die angeführten Resultate dafür zu sprechen, dass der Raum zwischen Sender und Empfänger von grossem Einfluss auf die Zeichenübertragung in der drahtlosen Telegraphie ist. So dürfte wohl die Ursache für die starken Unterschiede zwischen Tag und Nacht nicht sowohl in den Antennen, in Streuungsverlusten, als vielmehr

darin zu suchen sein, dass die Atmosphäre eine andere Beschaffenheit aufweist. Gerade wenn die Wellen über hohe Ketten müssen, kommt derjenige Anteil der Raumwelle, der in die höheren Schichten dringt, beim Empfang in stärkerem Masse zur Geltung und diese Schichten werden durch das Sonnenlicht ionisiert (6) und absorbieren infolgedessen die eindringenden Wellen; bei Nacht fällt mit der Ursache auch die Wirkung weg. Ob bei Nacht noch eine Verstärkung durch Reflexion der Wellen an der hypothetischen stets ionisierten Heaviside-Schicht (7) in etwa 100 km Höhe mitwirkt, diese Frage lassen die vorliegenden Versuche offen. Einzig die freak-Verbindungen lassen sich dadurch nach *Eccles* Theorie erklären.

Auch dass hochgelegene Firngebiete bei Tag besonders ungünstig wirken, kann aus der Luftionisation erklärt werden. Hat doch *Obolensky* (8) gezeigt, dass ultraviolettes Licht Luft über Eis ionisiert, und *Gockel* (9) im Gebiet des Aletschgletschers besonders hohe Ionisation nachgewiesen. Dieser Effekt könnte mit der Wirkung der ionisierten höheren Schichten wohl unsere Beobachtung erklären.

Zum weiteren Ausbau der theoretischen Seite der Frage handelt es sich aber zunächst darum, Erfahrungsmaterial zu erhalten und zu sammeln. Und diesem Zweck soll die vorliegende Veröffentlichung dienen.

Literatur-Verzeichnis.

1. *J.* et *L. Lecarme.* C. R. 128, 1899, pg. 589.
2. Münch. Sitz.-Ber. 1912, pg. 399.
3. *Klages* und *Demmler.* Jahrb. d. drahtl. Tel., Bd. 8, 1914, pg. 212.
4. *J. Zenneck.* Ann. d. Phys. 23, 1907, pg. 858.
5. *Jackson.* Proc. Roy. Soc. 70, 1902, pg. 254.
   De Groot. Jahrb. d. drahtl. Tel. 12, 1917, pg. 15.
6. *Lenard.* Ann. d. Phys. 1, 1900, pg. 486.
   Le Cadet. C. R. 136, 1903, pg. 886.
7. *Eccles.* Jahrb. 8, 1914, pg. 253.
   Marchant. Jahrb. 12, 1917, pg. 56.
8. *Obolensky.* Meteor. Ztschr. 29, 1912, pg. 497.
   Gockel. Neue Denkschr. d. schw. nat.-forsch. Ges. Bd. 54, Abh. 1.

Manuskript eingegangen den 30. Januar 1919.

Untersuchungen an einem einfachen Wellenmesser.

Von

Hans Zickendraht.

1. Beschreibung des Apparates.[1]

Der in vorliegender Studie untersuchte Wellenmesser soll in erster Linie Unterrichtszwecken dienen, eignet sich aber auch zur Verwendung im radiotelegraphischen Stationsbetriebe. Er stellt im wesentlichen einen geschlossenen Schwingungskreis mit stufenweise veränderlicher Selbstinduktion und stetig veränderlicher Kapazität dar. Das zunächst ausgeführte Modell umfasst in zwei Messbereichen die Wellenlängen 300 m bis 800 m, und 800 m bis 2500 m. Der Übergang von den kurzen zu den langen Wellen geschieht mittels eines Umschalters, welcher zwei Selbstinduktionsspulen in näher zu beschreibender Weise verbindet. Jedem der beiden Messbereiche entspricht ein unveränderlicher Wert der Selbstinduktion, für die kurzen Wellen ist eine Spule von rund 200 000 cm gewählt worden, die gleichzeitig als Kopplungsspule dienen soll, den zweiten Messbereich der langen Wellen erhält man durch eine an die Kopplungsspule anzuschliessende Zusatzwicklung, die im vorliegenden Falle rund 1 600 000 cm Selbstinduktion besitzt. Wickelt man aber die beiden Selbstinduktionsstufen auf einen gemeinsamen Kern und zweigt sie einfach direkt ab, so bleibt bei Einschaltung des kleinen Selbstinduktionswertes ein störend mitschwingendes freies Spulenende in galvanischer und induktiver Kopplung übrig, ein Fehler, der bei einem Messinstrumente unbedingt vermieden werden muss. Vollständiges Abschalten der zweiten Stufe beim Gebrauch der ersten würde aber in der eben beschriebenen Anordnung bloss die galvanische, nicht aber die induktive Kopplung lösen. Diese Fehlerquelle ist nun dadurch umgangen worden, dass die kleine Selbstinduktionsstufe, gleichzeitig als Kopplungsspule dienend, mit horizontaler Axe, die Verlänge-

[1] Séance de la société Suisse de physique à Neuchâtel. Archives de Genève (4) *46.* 41. 1918. — Der Apparat wird von der Firma Fr. Klingelfuss & Cie. in Basel hergestellt.

rungsspule aber mit vertikaler Axe in den Apparat eingebaut wurde; der Wellenschalter hebt dann bei Verwendung des ersten Messbereichs (kurze Wellen) jegliche Verbindung mit der Verlängerungsspule auf, schliesst aber beim Übergang zum zweiten Messbereiche (lange Wellen) die zweite Spule an die erste an. Als stetig veränderliche Kapazität befindet sich im Wellenmesser ein Drehkondensator mit Aluminiumplatten in Luft als Dielektrikum. Die Wahl des Dielektrikums bedingt allerdings geringe Kapazität,



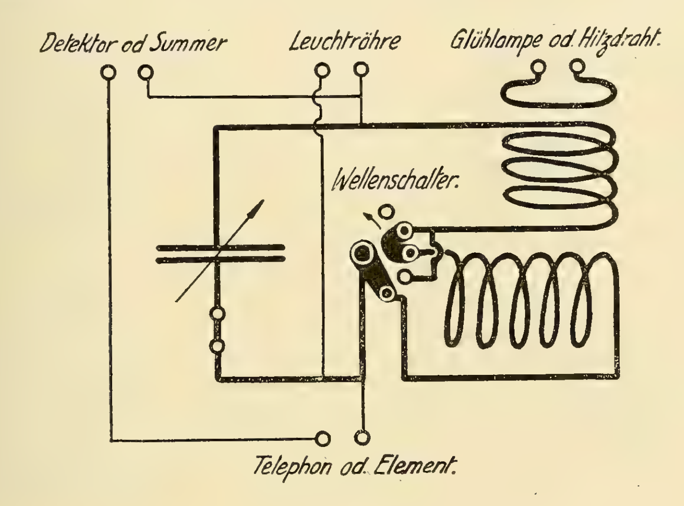
Figur 1.

bringt aber dafür den Vorteil der Unabhängigkeit der Eichwerte von der Frequenz mit. Bei etwa vorkommenden Überspannungen wird der Kondensator ohne weitere Schädigung durchschlagen. Ein solches Vorkommnis ist bei ölgefüllten Instrumenten wegen der Kohleabscheidungen verhängnisvoller.

Die Zusatzapparate zum Wellenmesser, die beim vorliegenden Modell sämtlich durch Steckerverbindungen angefügt werden und dem Instrument eine universelle Verwendbarkeit geben, lassen sich in zwei Gruppen: Generatoren und Indikatoren, trennen:

Als *Generatoren* kommen nur in Betracht: Summererregung (nach *Eichhorn-Lodge*) und Röhrenerregung unter Verwendung eines Elektronenrelais.

Als *Indikator* dient für Stationszwecke bei rohen Messungen am Sender, oder auch zu Demonstrationen vor grossem Auditorium die Glühlampe oder die auf die Maximalspannung ansprechende Leuchtröhre. Dämpfungsmessungen, bei denen Resonanzkurven des Stromeffektes im Wellenmesser aufgenommen werden müssen, führt man mittels eines empfindlichen Hitzdrahtinstrumentes aus. In losester Kopplung mit einem zu gedämpften Schwingungsgruppen erregten Kreise lässt sich aber mit Detektor und Telephon (eventuell Galvanometer unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmassregeln) messen.



Figur 2.

Der oben beschriebene Wellenmesser, dessen Aussenansicht in Fig. 1, dessen Schaltschema in Fig. 2 wiedergegeben ist, lässt die Anfügung aller aufgeführten Generatoren oder Indikatoren zu. Besondere Aufmerksamkeit wird in den im Folgenden mitgeteilten Untersuchungsergebnissen dem Einfluss der verschiedenen an den Schwingungskreis angelegten Nebenapparate auf die Frequenz des Messkreises geschenkt werden.

Jeder angefügte Hilfsapparat verstimmt unter allen Umständen den Messkreis. Er bringt zusätzliche Selbstinduktion und, was meist überwiegend, zusätzliche Kapazität mit und erhöht dadurch die Frequenz im allgemeinen. Doch auch eine Erniedrigung der Eigenwelle des Messkreises kann beobachtet werden, dann nämlich, wenn durch die nahezu kurzgeschlossene Wicklung, welche die Glühlampe als Indikator enthält, eine Verringerung der Selbst-

induktion der Kopplungsspule entsteht.[2]) Die Auswertung solcher Grössen war das Ziel der vorliegenden Studie.

2. Der Einfluss der Hilfsapparate auf den Messkreis.

Bei einem mit verschiedenen Generatoren oder Indikatoren versehenen Wellenmesser lässt sich zunächst die rein praktische Frage aufwerfen, ob sich am Zeiger des stetig veränderlichen Abstimmittels — hier des Drehkondensators — eine von der Wahl der angeschlossenen Hilfsapparate unabhängige Wellenskala anbringen lasse oder nicht. Es ist sofort klar, dass eine einzige Eichkurve beziehungsweise Wellenskala nur in dem Falle ausreicht, dass sämtliche Indikator- oder Generatorverbindungen den Schwingungskreis um gleichviel verstimmen. Die auf das letzterwähnte Erfordernis zu prüfenden Kombinationen sind nun:

Generatoren: Summer und Stromquelle.
Elektronenrelais und Rückkopplungsvorrichtung.
Indikatoren: Glühlampe an Hilfskreis.
Hitzdrahtinstrument an Hilfskreis.
Leuchtröhre.
Detektor und Telephon.

Mit Ausnahme des an besonderer Stelle zu behandelnden Elektronenrelais sind alle hier aufgezählten Hilfsapparate einer Prüfung unterworfen und bezüglich ihres verstimmenden Einflusses auf den Messkreis untersucht worden; gleichzeitig ergab sich auch eine Kontrolle derselben Einflüsse auf den mitverwendeten grossen Wellenmesser der „Telefunken"-Gesellschaft Berlin.

Die angelegten Hilfsapparate bringen immer eine Änderung der Konstanten des Messkreises mit sich. Mit Ausnahme der an besonderm Hilfskreis liegenden Glühlampe oder des Hitzdrahtinstrumentes werden alle Generatoren oder Indikatoren direkt an die Pole des Kondensators angelegt, sind somit sowohl letzterem als auch der Selbstinduktionsspule parallel geschaltet. Dies bewirkt beim Kondensator (neben der leitenden Überbrückung) eine Kapazitätserhöhung, bei der Spule jedoch eine Erniedrigung der Selbstinduktion. Bei Summer und Telephon darf aber mit Sicherheit angenommen werden, dass die nahezu eisengeschlossenen Spulen dieser Apparate hochfrequente Ströme nur durch kapazitiven Schluss durchlassen[3]), sodass die kapazitive Einwirkung bei weitem überwiegend sein muss. Man begeht also jedenfalls einen nur sehr

---

[2]) *K. Bangert.* Ann. d. Phys (4) *32.* 463. 1910.

[3]) Bei verschiedenen Summern mit und ohne den bekannten Nebenschluss zur Magnetspule konnte kein Einfluss der Ueberbrückung nachgewiesen werden.

kleinen Fehler, wenn man die Verstimmung des Messkreises in der Hauptsache auf eine zur Kapazität des Drehkondensators hinzutretende „wirksame Kapazität“ der Hilfsapparatur zurückführt. Dann gilt:

Wellenlänge des Messkreises allein: $\lambda_0 = 2\pi v \sqrt{L \cdot C_0}$

Wellenlänge des Messkreises mit Hilfsapparat $\lambda_1 = 2\pi v \sqrt{L(C_0 + c)}$

woraus wirksame Kapazität des Hilfsapparates $c = C_0 \cdot \frac{\lambda_1^2 - \lambda_0^2}{\lambda_0^2}$

Hiebei ist C_0 die am Drehkondensator des Wellenmessers eingestellte Kapazität und es ist von vorneherein klar, dass bei Wellenmessern mit grossen Kapazitätswerten (ölgefüllte Kondensatoren, Ende der Messkala), die durch die Indikatoren verursachten Verstimmungen nur wenig oder gar nicht merklich sein werden. Umsomehr wird aber eine Verstimmung in unserm Falle, wo es sich um einen Luftkondensator von geringer Anfangskapazität handelt, hervortreten.

Der neue Wellenmesser sollte nun zunächst mit dem vorhandenen Apparate verglichen werden. Beide Instrumente waren aber augenscheinlich in ihren Angaben in vorderhand unkontrollierbarer Weise von den angeschlossenen Hilfsapparaten abhängig, sodass ein dritter geschlossener Schwingungskreis zugezogen werden musste, der in extrem loser Kopplung als Zwischenkreis zum Vergleich dienen sollte. Hiebei sind verschiedene Anordnungen und Messweisen möglich. Eine derselben ist im Folgenden wiedergegeben:

Ein Schwingungskreis I mit der Eigenwelle λ_0 wird mittels Summer zu mit Tonfrequenz aufeinanderfolgenden Gruppen wenig gedämpfter Schwingungen angestossen. Mit ihm ist ein geschlossener Kreis II extrem lose gekoppelt, sodass mit Sicherheit nur eine Welle — bei Resonanz die Welle λ_0 — in ihm erregt wird. Die Resonanzlage wird mittels eines mit Kreis II wiederum äusserst lose gekoppelten hochempfindlichen Detektorkreises III eingestellt. Bei dieser Anordnung ist dafür gesorgt, dass keinerlei direkte Einwirkung des Kreises I auf den aperiodischen Detektorkreis möglich ist. I gab also einen geringen Bruchteil seiner Energie an den Zwischenkreis II und dieser wieder einen kleinen Bruchteil seiner eigenen Schwingungsenergie an den Kreis III ab.

Mit besonderer Sorgfalt, namentlich unter Vermeidung aller variablen kapazitiven Beeinflussung des Zwischenkreises wurde zunächst dessen Abstimmung auf die Erregerwelle λ_0 vorgenommen, hierauf konnten durch Anlegen der verschiedenen Indikatoren und

Generatoren charakteristische Verstimmungen herbeigeführt werden, die über den Einfluss der einzelnen Hilfsapparate Aufschluss geben:

Eine erste Messreihe bezweckte den Nachweis solcher Verstimmungen am grossen Wellenmesser der Telefunkengesellschaft. Da dessen ölgefüllter Drehkondensator einen Messbereich von ca. 200 bis 4800 cm Kapazität umfasst, so kann ein Einfluss der nur wenige Zentimeter wirksamer Kapazität besitzenden Indikatoren und Generatoren lediglich bei Messwerten zu Beginn der Skala des Drehkondensators nachweisbar sein.

Zur Ausführung der Untersuchung wurde an den der Physikalischen Anstalt Basel gehörenden grossen Wellenmesser der Telefunkengesellschaft eine aus zwei Windungen dicken Kupferdrahtes bestehende Kopplungsschleife von rund 3200 cm Selbstinduktion angeschlossen[4]), welche zur losen Kopplung mit dem aperiodischen Kreise III dienen sollte, die eigentliche Selbstinduktionsspule des Messkreises II vermittelte dann die Kopplung mit dem Erregerkreise I. Durch die zusätzliche Kopplungsschleife erhöhte sich die Selbstinduktion des mit 680 cm Kapazität auf die Welle 400 m abgestimmten Kreises von 59 600 cm auf 62 800 cm. Der Skalenangabe 400 m am Wellenmesser entsprach also beispielsweise einer Welle von 410,5 m.

Zunächst wurde nun der geschlossene Schwingungskreis, bestehend aus dem Wellenmesser mit Kopplungsschleife ohne angeschlossene Hilfsapparate erregt und zwar mit $\lambda_0 = 406{,}6\ m$[5]). Legte man hierauf den dem Wellenmesser beigegebenen Detektor und das Telephon an, so musste der Drehkondensator von 667 cm auf 633 cm zurückgestellt werden, was auf eine zusätzliche wirksame Kapazität des angeschlossenen Indikators von 34 cm schliessen liess. Statt auf 406,6 m Wellenlänge ohne Indikator wäre der Messkreis mit Indikator nun auf 416,9 m Wellenlänge abgestimmt, was einer Erhöhung um 2,53 $^0/_0$ entspricht. Nach demselben Verfahren gelang der Nachweis des Einflusses der zusätzlichen Kapazitäten der andern Hilfsapparate.

Bezeichnet wie oben λ_0 die der Kondensatoreinstellung C_0 entsprechende Welle des Wellenmessers ohne angeschlossene Hilfsapparate, λ_1 die durch die zusätzliche Kapazität c der Indikatoren oder Generatoren vergrösserte Welle, so ist die Verstimmung in Prozenten gegeben durch:

---

[4]) Dies geschah unter Zuhilfenahme der beiden zur Dämpfungsbestimmung vorgesehenen Klemmen, die den Hauptkreis zu öffnen erlauben.

[5]) Verwendet wurde am Wellenmesser die Spule Nr. III mit einem Messbereich von 400 m bis 1000 m, also absichtlich ganz zu Anfang der Skala gearbeitet.

$$100 \cdot \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0} = 100 \left[\sqrt{1 + \frac{c}{C_0}} - 1 \right] \cong \frac{50c}{C_0}.$$

In Tabelle I sind die „wirksamen“ Kapazitäten einiger Hilfsapparate zum grossen Telefunken-Wellenmesser, sowie die durch sie herbeigeführten prozentualen Verstimmungen zusammengestellt. Dabei war $\lambda_0 = 406{,}6$ m bei $C_0 = 667$ cm.

Tabelle I.

Angeschlossene Hilfsapparate	„Wirksame“ Kapazität	Verstimmung in %
	cm	
Detektor und Telephon	34	+ 2,53
Summer und Element [6]	12	+ 0,90
Leuchtröhre	—	nicht nachweisbar

Aus Tabelle I ist der Einfluss der Hilfsapparate ohne weiteres erkennbar, wenngleich er beim Telefunken-Wellenmesser natürlich bloss bei kleinen Werten am Drehkondensator hervortritt, die wegen des reichlichen Übergreifens der Messbereiche der einzelnen Spulen vermieden werden können. Dass die Kombination Detektor-Telephon merklich verstimmt, geht aus der Konstruktion des Detektors unmittelbar hervor. Die verwendete Type E. D. 6 [7]) enthält zwei durch ein dünnes perforiertes Glimmerblättchen getrennte Kontaktmaterialien, die sich durch die Öffnungen des dünnen Zwischenisolators hindurch berühren und so einen bei verhältnismässig geringem Widerstande (530 Ohm in der einen, 1100 Ohm in der entgegengesetzten Richtung) leitend überbrückten Kondensator darstellen. Das Telephon des Wellenmessers hat 1005 Ohm Widerstand, seine in Leder vernähte 70 cm lange Schnur mit Stecker bringt ebenfalls Kapazität mit.

Viel deutlicher zeigen sich aber die verstimmenden Einflüsse der Hilfsapparate beim eingangs beschriebenen Wellenmesser mit kleinem Drehkondensator. Auf sie sei im folgenden näher eingegangen.

Der mit der Kopplungsschleife ausgerüstete kleine Wellenmesser wurde in losester Kopplung vom summererregten Telefunken-

[6]) Statt der eingebauten Trockenelemente, für die kein Ersatz zu beschaffen gewesen war, wurde ein gewöhnliches Salmiakelement mittels kurzer Drähte angeschlossen.

[7]) Vgl. z. B. *M. Dieckmann*, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie für die Luftfahrt p. 156. R. Oldenbourg. 1913.

Wellenmesser ins Schwingen gebracht und mittels äusserst lose gekoppelten aperiodischen Kreises mit empfindlichem Perikondetektor so scharf wie möglich auf Resonanz eingestellt. Das Mittel aus 30 Einstellungen am Drehkondensator lieferte die dem unbeeinflussten Kreise entsprechende Resonanzlage. Sie war bei einer Kapazität von $C_0 = 240$ cm erreicht ($\lambda_0 \cong 400$ m). Nun wurden an die am Apparate festangebrachten Stöpselbüchsen hintereinander folgende Indikator- bezw. Generatorkombinationen angeschlossen und auf ihre Verstimmungen hin untersucht:

1. Perikondetektor (Zinkit Kupferkies) in Steckerform. Widerstand in der einen Richtung 1800 Ohm, in der entgegengesetzten Richtung 47 000 Ohm, bei empfindlicher Einstellung.
2. Detektor (Telefunken) Type E. D. 6 (vgl. oben).
3. Dosentelephon mit 77 cm Doppelschnur und Stecker (201,5 Ohm).
4. Dosentelephon (Telefunken) (vgl. oben).
5. Kleiner Summer ohne Nebenschluss mit Platinkontakt (1,85 Ohm).
6. Grosser Summer ohne Nebenschluss mit Platinkontakt (3,21 Ohm).
7. Summer (Telefunken) Type K. S. 23 mit Nebenschluss zur Magnetwicklung (Gesamtwiderstand 3,42 Ohm), zum grossen Wellenmesser gehörig (vgl. Tabelle I).
8. Salmiakelement mit 50 cm Schnur und Anschlusstecker.
9. Stecker mit kleiner Glühlampe von 1,6 Ohm Kaltwiderstand, der bei Rotglut auf über 6 Ohm stieg.
10. Hitzdrahtinstrument mit Platindraht von 8,8 Ohm Kaltwiderstand (dazu zum Anschluss 50 cm Schnur und Stecker).
11. Heliumröhre (Telefunken) zum grossen Wellenmesser gehörig.

Tabelle II stellt die Ergebnisse zusammen.

Tabelle II.

Angeschlossene Hilfsapparate	Kapazität am Drehkondensator	„Wirksame" Kapazität	Verstimmung in %
	cm	cm	
Perikondetektor 1) mit Telephon 3)	226	14	+ 2,9
Telefunkendetektor 2) mit Telephon 4)	200	40	+ 8,3
Kleiner Summer 5) mit Element 8)	221	19	+ 3,9
Grosser Summer 6) mit Element 8)	217	23	+ 4,8
Telefunken Summer 7) mit Element 8)	221	19	+ 3,9
Telefunken Heliumröhre 11) mit Stecker	235	5	+ 1,0
Ohne Hilfsapparate	*240*	—	—

Zunächst fällt beim Vergleich der beiden Tabellen I und II der Unterschied in den Werten der wirksamen Kapazitäten der Hilfsapparate zum Telefunken-Wellenmesser auf. Die Unsicherheit namentlich in den Messergebnissen der Tabelle I lässt sich erstens auf die Schwierigkeit, mit einem Drehkondensator vom Reduktionsfaktor 1 Grad = 28,1 cm Kapazität noch derartig kleine Kapazitäten zu bestimmen[8]) und zweitens auf die eingangs gewählte Annahme zurückführen, es sei die ganze verstimmende Wirkung einer zusätzlichen Kapazität zuzuschreiben, die beim Vergleich verschiedener Hilfsapparate an ein und demselben Messkreise, nicht aber beim Anlegen desselben Indikator- oder Generatorkreises an zwei verschieden gebaute Schwingungskreise zulässig ist. Flachspulen haben z. B. eine andere Kapazitätsempfindlichkeit wie Zylinderspulen gleicher Selbstinduktion usw.

Jedenfalls ist ein Wellenmesser mit ebensovielen Eichkurven auszustatten, als Indikatoren beziehungsweise Generatoren an ihm verwendet werden sollen. Nicht unerwähnt bleibe schliesslich der kapazitive Einfluss des Beobachters selbst auf den Messkreis. Bei allen oben niedergelegten Messungen wurde der Drehkondensator nicht direkt von Hand, sondern mittels eines 20 cm langen Zelluloidhebels betätigt; ferner konnte die Wirkung der Berührung des ans Ohr gehaltenen Telephons, das heisst der kapazitive Anschluss des Beobachters (als kleine Antenne) an den Schwingungskreis deutlich nachgewiesen werden. Alle diese Faktoren sind bei genauen Messungen zu berücksichtigen.

Glühlampe und Hitzdrahtinstrument liegen, wie eingangs in der Beschreibung des neuen Wellenmessers erwähnt und aus dem Schaltungsschema Fig. 2 ersichtlich, an einem gesonderten, aus einer Windung dicken Kupferdrahtes bestehenden Kreise, der koaxial zur Kopplungsspule angebracht ist. Mit wenig Widerstand überbrückt, stellt dieses System einen angekoppelten Kurzschlussring dar, dessen Wirkung nur eine Erniedrigung der Selbstinduktion im Messkreise sein kann. In der Tat ergaben sich die in Tabelle III zusammengestellten Resultate, wobei die Verstimmung in Prozenten folgendermassen ausgedrückt wird:

Ist λ_0 die der Kondensatorstellung C_0 entsprechende Grundwelle, L_0 die zugehörige Selbstinduktion, C diejenige Kondensatorstellung, die bei angelegtem Indikator und dadurch auf L herab-

---

[8]) Die Ergebnisse der Tabelle II verdienen in Anbetracht des Reduktionsfaktors von rund 5,4 cm pro Grad am Drehkondensator bedeutend mehr Vertrauen, da bei einer Ablesegenauigkeit von 0,2 Grad an der Teilung noch 1,1 cm Kapazitätsunterschied zu erkennen ist.

gesetzter Selbstinduktion die verstimmte Welle λ auf die ursprüngliche Welle wieder einstimmt, so gilt zunächst

$$L_0 C_0 = LC \text{ und } \frac{L}{L_0} = \frac{C_0}{C} \text{ wo } L < L_0$$

und die prozentuale Verstimmung, da $\lambda < \lambda_0$,

$$100 \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda_0} = 100 \left[1 - \sqrt{\frac{L}{L_0}}\right] = 100 \left[1 - \sqrt{\frac{C_0}{C}}\right]$$

Tabelle III.

Angeschlossene Hilfsapparate	Kapazität am Drehkondensator	Verstimmung in %
	cm	
Stecker mit Glühlampe 9)	255	– 3,0
Hitzdrahtinstrument mit Schnur und Stecker 10)	241	– 0,3
Ohne Hilfsapparate	*240*	—

Die Glühlampe, welche dem Messkreise ziemlich viel Energie entzieht und ihn dadurch beträchtlich dämpft, verstimmt um 3 % nach kürzeren Wellen hin, sie eignet sich bloss zu rohen Messungen bei Demonstrationen. Der Hitzdrahtkreis verstimmt dagegen nur sehr wenig.

3. Die Vorgänge in den Hilfskreisen.

An die oben wiedergegebenen Messungsresultate seien noch einige theoretische Betrachtungen angeschlossen, in denen versucht werden soll, den zum Teil etwas verwickelten Vorgängen in den angeschlossenen Hilfskreisen auf der Grundlage der gewöhnlichen Wechselstromgleichungen Rechnung zu tragen. Zu diesem Zwecke gehen wir von folgenden Voraussetzungen aus:

Der geschlossene Messkreis werde in loser Kopplung mit konstanter Amplitude, also „ungedämpft", erregt, derart, dass eine reine Sinusspannung an den Enden des Kondensators auftritt. Es sei

$$e = e_0 \sin 2\pi n t \qquad 1)$$

die am Kondensator des Messkreises und damit auch am Hilfskreise liegende Wechselspannung.

Zunächst werde ein *Detektorkreis* betrachtet. Er enthält irgend ein Schwingungsventil mit asymmetrischer Charakteristik, sowie einen Strommesser, zwei Apparate, die im Folgenden näher zu definieren sind. Das Schwingungsventil wird unter der sinusoidalen Wechsel-

spannung einen je nach seinem Richtvermögen mehr oder weniger asymmetrischen Wechselstrom durchlassen, der sich nach der Fourier'schen Methode zerlegen lässt und eine Gleichstromkomponente besitzt. Seine Gleichung wird immer lauten

$$i = \sum i_{0_k} \sin(k \cdot 2\pi nt + \psi_k) + i_g. \qquad 2)$$

Der Ausdruck unter dem Summenzeichen stellt hiebei die k-te Oberwelle mit ihrer Phasenverschiebung ψ_k gegenüber der Grundwelle, i_g die Gleichstromkomponente dar.

Da das Schwingungsventil nie ohne eine gewisse Eigenkapazität C_1 gebaut werden kann, so ist es als induktionsfreier von der angelegten Spannung abhängiger Widerstand

$$w_1 = f(i) \qquad 3)$$

mit dazu parallelgeschalteter Kapazität in die Betrachtung einzuführen. Wäre w_1 ein Ohmscher Widerstand im gewöhnlichen Sinne, so liesse sich die Anordnung als unvollkommener Kondensator[9]) behandeln, der unter der Wechselspannung 1) den Strom

$$i = \frac{e_0}{w_1} \sqrt{1 + (2\pi nwC_1)^2} \qquad 4)$$

durchlässt.

Infolge der Beziehung 3) ist dieser Weg ausgeschlossen. Der vom Schwingungsventil durchgelassene Strom hat vielmehr die Gleichung

$$i_1 = \sum i_{0_k} \cdot \sin(k \cdot 2\pi nt + \psi_k) + i_g + 2\pi n e_0' C_1 \sin\left(2\pi nt - \frac{\pi}{2}\right) \qquad 5)$$

wobei der dritte Teil dieser Gleichung den über die Kapazität C_1 des Ventils direkt abfliessenden Wechselstrom darstellt, der somit für den Gleichrichtereffekt der Anordnung verloren geht[10]).

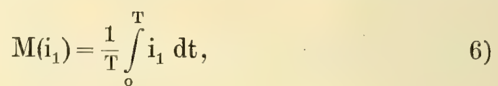
Der Strommesser, der in unserm Falle in Serie zum Ventil liegen soll, besteht im allgemeinen aus einer Impedanz, der eine Kapazität parallel geschaltet ist. Diese Kapazität C_2 wird schon allein durch den „kapazitiven Schluss" der meist mehrlagigen Wicklung des Messinstrumentes — etwa eines Drehspulgalvanometers — dargestellt und kann durch Blockkondensatoren beliebig vergrössert werden. Für den Ausschlag des Strommessers als

---

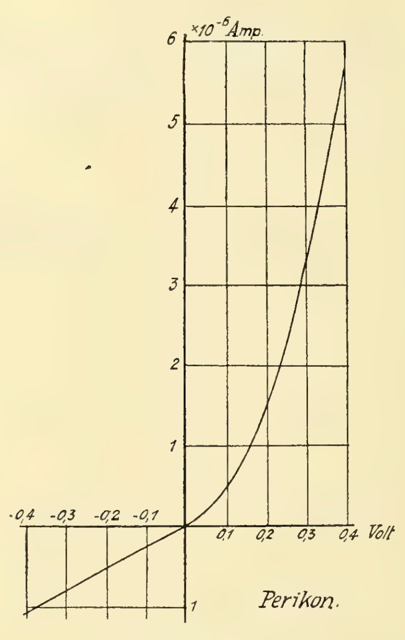
9) *G. Benischke.* Grundgesetze der Wechselstromtechnik, p. 152. Vieweg (1912).

10) In Gl. 5) bedeutet e_0' den Teil der Maximalspannung e_0 des Wechselpotentiales 1), unter welcher der Strom i_1 durch das Ventil fliesst. e_0' hängt vom Spannungsabfall im Strommesser ab.

Gleichstrominstrument kommt einzig und allein die Differenz der beiden in je zwei aufeinanderfolgenden Halbperioden des unsymmetrischen Stromes i_1 bewegten Elektrizitätsmengen in Betracht. Dividiert durch die Dauer T einer ganzen Stromperiode liefert die Differenz dieser beiden Elektrizitätsmengen den galvanometrischen Mittelwert



$$M(i_1) = \frac{1}{T} \int_0^T i_1 \, dt, \qquad 6)$$



Figur 3.

also den vom Schwingungsventile abgesonderten, vom Galvanometer angezeigten Bruchteil der im Messkreise schwingenden Energie.

Komplizierter werden die Verhältnisse, wenn der Messkreis zu gedämpften mit Tonfrequenz aufeinanderfolgenden Schwingungsgruppen erregt wird. Gleichung 1) wird dann erweitert lauten

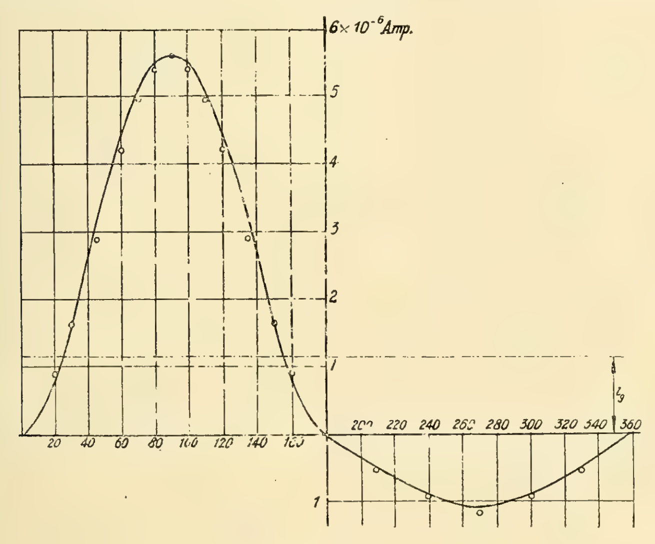
$$e = e_0 \cdot \varepsilon^{-\delta t} \cdot \sin 2\pi n t \qquad 7)$$

wo δ den Dämpfungsfaktor des Messkreises, ε die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet.

Während aber der Abfall der Spannungsamplituden am Kondensator des Messkreises dem einfachen Exponentialgesetze folgt, ergibt sich für das Abklingen der Amplituden des vom Schwingungs-

ventil durchgelassenen Stromes ein aus der Funktion 3) zu entwickelndes Gesetz, welches keine einfachen Verhältnisse mehr bietet.

An einem praktischen Beispiele sollen die oben dargelegten Betrachtungen näher erläutert und zahlenmässig ergänzt werden. Als Schwingungsventil liege ein experimentell untersuchter „Perikon"-detektor nach Pickard[11]), bestehend aus Rotzinkerz (Zinkit) und Kupferkies, zu Grunde. Seine Charakteristik wurde unter möglichster Einhaltung der Bedingungen, wie sie sich in der radiotelegraphischen Praxis ergeben, aufgenommen (vgl. Fig. 3). Ein Schwingungskreis von der Eigenfrequenz n werde in loser Kopplung ungedämpft erregt, der Art, dass an den Polen seines Kon-



Figur 4.

densators ein Wechselpotential von der Maximalspannung $e_0 = \pm 0{,}4$ Volt auftrete. Unter der — hier nicht näher auf ihre Zulässigkeit geprüften — Voraussetzung[12]), dass die in Fig. 3 dargestellte Gleichstromcharakteristik auch noch bei hohen Frequenzen erhalten bleibe, fliesst dann durch den über den Kondensator geschalteten Detektor und das angeschlossene Galvanometer ein unsymmetrischer Wechselstrom der nach Grösse und Form in Fig. 4 wiedergegeben

---

[11]) *G. J. Pickard.* Jahrbuch d. drahtl. Tel. 3, p. 430 (1910).

[12]) Die hier in Betracht kommenden Arbeiten von Masamichi Kimura und Kajuro Tamaki. Oscilloscopic study of condenser discharges with the application to crystal contact detectors: Mem. Kyoto Univ. 2. 63, 83 (1910) und 3. 189 (1911) waren mir nicht zugänglich.

ist. Er erreicht die Maximalamplituden $+5{,}6 \times 10^{-6}$ Ampères und $-1{,}1 \times 10^{-6}$ Ampères.

Es gelang, mit guter Annäherung, diese Stromkurve aus bloss drei Teilwellen und einer Gleichstromkomponente aufzubauen. Die einzelnen Komponenten sind:

$$\left.\begin{array}{rl} \text{Grundwelle} = \text{1. Oberwelle} & 30 \times 10^{-7} \times \sin 2\pi n t \text{ Ampères} \\ \text{2. Oberwelle} & -11 \times 10^{-7} \times \sin\left(4\pi n t + \frac{\pi}{2}\right) \text{Amp.} \\ \text{3. Oberwelle} & -4 \times 10^{-7} \times \sin 6\pi n t \text{ Ampères} \\ \text{Gleichstromkomponente} & +11 \times 10^{-7} \text{ Ampères.} \end{array}\right\} \quad 8)$$

Die so zusammengesetzte Stromkurve ist in Fig. 4 durch kleine Ringe bezeichnet, sie legt sich mit einer für unsern Fall genügenden Genauigkeit der experimentell gefundenen Stromkurve an.

Ein Krystalldetektor ist als kleiner unvollkommener Kondensator von der Kapazität C_1 aufzufassen, dessen Dielektrikum, hier die sehr schlecht leitende Kontaktstelle, äusserst geringe Dicke aufweist. Nach Gleichung 5) wird in unserm Falle der Detektorstrom mit grosser Annäherung wiedergegeben durch:

$$i_1 = 30 \times 10^{-7} \sin 2\pi n t - 11 \times 10^{-7} \sin\left(4\pi n t + \frac{\pi}{2}\right) - 4 \times 10^{-7} \sin 6\pi n t$$
$$+ 11 \times 10^{-7} + 2\pi n e'_0 C_1 \sin\left(2\pi n t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ Ampères.} \qquad 9)$$

Der galvanometrische Mittelwert für die beiden Halbperioden berechnet sich hieraus zu:

$$M_1(i_1) = 16{,}87 \times 10^{-7} + 11 \times 10^{-7} \text{ Ampères.} \quad \text{1. Halbperiode}$$
$$M_2(i_1) = 16{,}87 \times 10^{-7} - 11 \times 10^{-7} \text{ Ampères.} \quad \text{2. Halbperiode}$$

somit

$$M(i_1) = 22 \times 10^{-7} \text{ Ampères.} \qquad 10)$$

Dieser Strom durchfliesst das Galvanometer, wenn der Messkreis zu dauernden Schwingungen mit 0,4 Volt Maximalamplitude am Kondensator erregt und ein Detektor von der in Fig. 3 dargestellten Charakteristik als Schwingungsventil verwendet wird. Seine Grössenordnung entspricht schwachem Empfang in der radiotelegraphischen Praxis.[13])

[13]) Im vorliegenden Beispiel ist der für das Galvanometer verloren gehende Teil des Detektorstromes — der dritte Teil der Gleichung 5) — vernachlässigt, also ein Detektor von verschwindend kleiner Eigenkapazität vorausgesetzt.

Die im ersten Teile vorliegender Abhandlung an praktischen Verhältnissen ermittelten wirksamen Kapazitäten verschiedener Detektorkreise ergeben sich unmittelbar aus der Serienschaltung der beiden „unvollkommenen" Kondensatoren Detektor und Stromanzeiger.

In ähnlicher Weise lässt sich eine Ersatzschaltung für den *Summerkreis* angeben. Das Element mit Zuleitungen als leitend überbrückter Kondensator ist mit dem Summer in Serie geschaltet. Letzterer stellt im Momente der Stromöffnung eine kleine unüberbrückte Kapazität, im Momente des Stromschlusses die Parallelschaltung einer Impedanz und eines Kondensators, eventuell noch eines Ohm'schen Widerstandes dar. Für die im ersten Teile gemessenen wirksamen Kapazitäten sind die Grössen c' und c'' massgebend. Der Nebenschluss w' zur Impedanz hat also auf die wirksame Kapazität keinen Einfluss.[14])

Schliesslich soll noch auf die durch die Glühlampe oder das Hitzdrahtinstrument verursachte Verstimmung des Messkreises eingegangen werden. Diese beiden praktisch induktionsfreien Indikatoren liegen an den Enden einer einzelnen koaxial zur Kopplungsspule angeordneten Windung dicken Kupferdrahtes von verschwindend kleinem Eigenwiderstand und geringer Selbstinduktion. Die durch die Indikatoren verursachte prozentuale Verstimmung wie auch die Dämpfung, die sie dem Messkreise erteilen, lässt sich nun berechnen, indem man das System, bestehend aus Kopplungsspule (Selbstinduktion L_1, Widerstand w_1) und koaxialer Indikatorspule (Selbstinduktion L_2, Widerstand des angeschlossenen Indikators w_2) als Lufttransformator vom Kopplungskoëffizienten k auffasst. Für einen solchen Transformator lässt sich zeigen, dass die Rückwirkung des geschlossenen Sekundärkreises auf den Primärkreis in einer Verringerung der primären Selbstinduktion von L_1 auf $L_1' < L_1$, sowie in einer Erhöhung des Ohm'schen Widerstandes der Primärwicklung von w' auf $w_1' > w_1$ besteht. Während die erste der beiden Änderungen in unserm Falle eine Verkleinerung der Eigenwelle des Messkreises zur Folge hat, bewirkt die zweite Änderung eine Vergrösserung der Dämpfung, damit eine gewisse geringe Vergrösserung der Eigenwelle und hauptsächlich eine Verringerung der Abstimmschärfe.

Die diesbezüglichen Gleichungen aus der Theorie des Transformators lauten für unsern Fall[15]):

---

[14]) vgl. Bemerkung 3.

[15]) *A. Fraenckel.* Theorie der Wechselströme p. 138. Springer, Berlin, 1914. *G. Benischke.* Die Transformatoren, p. 35. Vieweg, Braunschweig, 1909.

$$L_1' = L_1 \left[1 - \frac{4\pi^2 n^2 k^2 L_2^2}{w_2^2 + 4\pi^2 n^2 L_2^2}\right]. \qquad 11)$$

Wird die Indikatorwicklung kurzgeschlossen, so reduziert sich 11) auf

$$L_1' = L_1 \ (1 - k^2) \qquad 12)$$

während bei offener Indikatorwicklung $L_1' = L_1$ wird.

Ein ähnlicher Ausdruck wie 11) gibt die scheinbare Widerstandserhöhung im Messkreise

$$w_1' = w_1 + \frac{4\pi^2 n^2 k^2 L_1 L_2}{w_2^2 + 4\pi^2 n^2 L_2^2} w_2 \qquad 13)$$

unter Einfluss der sekundär induzierten Ströme und damit die Vergrösserung der Dämpfung im Messkreise an.

Die Anwendbarkeit dieser Gleichungen soll nun an Hand einer Berechnung der Ergebnisse von Tabelle III geprüft werden. Die Kopplungsspule mit koaxialem Ring bildet einen Lufttransformator, dessen Konstanten sich folgendermassen ergeben:

Selbstinduktionskoëffizient der Kopplungsspule mit Hochfrequenz bei $\lambda = 400$ m bestimmt: $L_1 = 0{,}000\,189$ Henry.

Selbstinduktionskoëffizient des koaxialen Ringes nach Kirchhoffs Gleichung[16]) berechnet: $L_2 = 0{,}000\,000\,30$ Henry.

Koëffizient der gegenseitigen Induktion dieser Anordnung nach Lorenz' Gleichung[17]) berechnet: $L_{1,2} = 0{,}000\,002\,67$ Henry.

Kopplungsfaktor $k = \frac{L_{1,2}}{\sqrt{L_1 L_2}}$ $k = 0{,}354$

Periodenzahl zu $\lambda = 400$ m. $n = 750\,000$ Perioden pro Sekunde.

In kaltem Zustande hat die Glühlampe 1,6 Ohm Widerstand, der bei heller Glut des Fadens über 7 Ohm steigt. Das Hitzdrahtinstrument hat kalt 8,8 Ohm Widerstand. Tabelle IV zeigt die Resultate der Berechnungen aus Gleichung 11) in Verbindung mit der auf pag. 264 gegebenen Gleichung für die prozentuale Verstimmung:

---

16) *E. B. Rosa* and *F. W. Grover*. Bulletin of the Bureau of Standards (Washington), Vol. 8, 1, p. 110 (1912). Eine vorzügliche Zusammenstellung der meisten Gleichungen zur Berechnung von Induktionskoëffizienten.

17) ebendaselbst, p. 98. Original: Wied. Ann. 25, p 23 (1885).

Tabelle IV.

Angeschlossener Indikator	Selbstinduktion L_1'	Verstimmung in %	
		berechnet	beobachtet
	cm		
Glühlampe kalt (1,6 Ohm) . . .	178 590	2,8	3
„ glühend (7 Ohm) . .	188 069	0,3	—
Hitzdrahtinstrument kalt (8,8 Ohm)	188 403	0,16	0,3
Ohne Indikator	189 000	—	—

Die Übereinstimmung ist in Anbetracht der Unsicherheiten bei Berechnungen und Messungen zufriedenstellend und zeigt jedenfalls, dass sich durch Gleichung 11) die Einflüsse der beiden Kreise aufeinander mit einer für viele Zwecke der Praxis ausreichenden Genauigkeit vorausberechnen lassen[18]). Zu berücksichtigen ist die aus Gleichung 13) erhältliche scheinbare Widerstandserhöhung des Messkreises, die aus folgenden Zahlen deutlich hervorgeht:

Tabelle V.

Angeschlossener Indikator	Scheinbarer Widerstand der Kopplungsspule
	Ohm
Glühlampe kalt (1,6 Ohm) . . .	55,90
„ glühend (7 Ohm) . .	22,08
Hitzdrahtinstrument kalt (8,8 Ohm)	17,91
(Ohne Indikator)	0,37

Die dämpfende Rückwirkung des Indikatorkreises auf den Messkreis erweist sich als eine recht beträchtliche. Interessant liegen die Verhältnisse durch Zufall bei der Glühlampe. Es lässt sich nämlich leicht zeigen, dass der Wert des Widerstandes w_1' in Gleichung 13) für bestimmtes w_2 ein Maximum besitzt. Dies tritt ein für:

$$\left. \begin{aligned} w_2 &= 2\pi n L_2 \\ \text{wobei } w_1' &= w_1 + \pi n k^2 L_1 \end{aligned} \right\} \quad 14)$$

[18]) Ein hier in Betracht zu ziehender Fall ist das Kurzschliessen überstehender Spulenenden beim Empfangsapparat. Der kurzgeschlossene Teil verringert die Selbstinduktion des übrigen Spulenteiles, erhöht ferner dessen Widerstand und damit die Dämpfung.

Zufällig wird nun dieser Maximalwert von w_1' bei einem Indikatorwiderstande von 1,413 Ohm mit $w_1' = 56,31$ Ohm erreicht. Die Glühlampe trifft im kalten Zustande mit 1,6 Ohm somit die ungünstigsten Verhältnisse bezüglich Verstimmung und Dämpfung, was aus den Tabellen III und V deutlich hervorgeht. Beim praktischen Gebrauche glüht sie in der Resonanzlage hell auf, verstimmt und dämpft dabei aber beträchtlich weniger. Natürlich lägen bei Verwendung einer Kohlefadenlampe die Dinge gerade umgekehrt und somit ungünstiger.

Zusammenstellung der Resultate:

Es wird ein neuer einfacher Wellenmesser mit zwei Messbereichen beschrieben, an welchen sich alle Hilfsapparate durch Steckerverbindungen einzeln anschliessen lassen.

Der Einfluss der verschiedenen Hilfsapparate auf den Messkreis wird untersucht und durch experimentell gewonnenes Zahlenmaterial dargestellt.

Es gelingt auch beim grossen Wellenmesser der „Telefunken"-Gesellschaft, den Einfluss der Hilfsapparate auf die Messwerte nachzuweisen.

Detektor und Telephon, Summer und Element, sowie die Leuchtröhre erhöhen die Eigenwelle des Messkreises durch zusätzliche Kapazitäten.

Glühlampe und Hitzdrahtinstrument erniedrigen die Eigenwelle des Messkreises durch Verringern der Selbstinduktion.

Von der experimentell gewonnenen Charakteristik eines Perikondetektors ausgehend wird die Kurvenform des beim Anlegen einer reinen Sinusspannung von diesem Detektor durchgelassenen asymmetrischen Wechselstromes ermittelt und ihre Gleichung aufgestellt. Der galvanometrische Mittelwert gibt dann den von einem Gleichstrominstrumente angezeigten Detektorstrom an.

Für Detektor- und Summerkreis werden Ersatzschaltungen gegeben.

Die durch Glühlampe und Hitzdrahtinstrument verursachten Verstimmungen und Dämpfungen des Messkreises werden mittels einfacher der Theorie des Lufttransformators entnommener Gleichungen berechnet.

Physikalische Anstalt. Abteilung für angewandte Physik. 15. April 1919.

Geschlechtsdimorphismus und Sexualselektion.

Von

N. G. Lebedinsky.

In einer früheren Mitteilung[1]) habe ich zu ergründen versucht, welchen Vorteil die sexuelle Zuchtwahl den Arten als Ganzes im Daseinskampf bietet. Aus der in letzter Zeit immer mehr sich Bahn brechenden Erkenntnis, dass die Teile des Organismus aufeinander fein abgestimmt sind, und so gewissermassen im labilen Gleichgewichtszustande sich befinden, lässt sich, wie mir scheint, auch die Wirkungsweise, sowie die Bedeutung der geschlechtlichen Auslese verstehen.

Krankheiten bakteriellen Ursprungs, dauernde Schwächezustände aller Art, sowie schädigende Einflüsse der Aussenwelt im engeren Sinne verursachen bekanntlich im Organismus untereinander verkettete Reaktionen, die sich äusserlich nicht selten in einer Veränderung der Färbung des Integuments und seiner Adnexe, sowie in der Formumbildung einzelner Körperabschnitte dokumentieren können. Ganz besonders empfindlich gegen solche Einflüsse erweisen sich nun alle farbigen und plastischen sekundären Merkmale der Männchen, so dass der individuelle Ausbildungsgrad all dieser Hörner, Geweihe, Mandibeln, Mähnen, Bärte, Haar- und Federschöpfe, sowie des Farbenschmuckes in weitem Masstabe vom Gesundheitszustande ihres jeweiligen Besitzers abhängt. Kräftige Individuen prangen geradezu in Farbenpracht und Formenfülle, während schwächliche Männchen dagegen oft eine bescheidene Entwicklung ihrer Sexusmerkmale zeigen. Also liegt wohl die Annahme nahe, dass gerade wie vorsichtige Züchter vor der Verwendung kränkelnder, durch Unterernährung oder Übermüdung geschwächter Tiere zur Stammzucht zurückschrecken, es auch die Natur vermeidet, die gesundheitlich minderwertigen Männchen zur Fortpflanzung zuzulassen. „Gerade in der der geschlechtlichen

---

[1]) *Darwins geschlechtliche Zuchtwahl und ihre arterhaltende Bedeutung.* Basel, Helbing & Lichtenhahn, 1918.

Auslese innewohnenden arterhaltenden Bedeutung muss naturgemäss auch der erste Anstoss zum Inkrafttreten dieser Selektionsart gesucht werden. Trat bei einigen Männchen einer Tierart eine erbliche Zieratenvariation auf[2]), die von Anfang an in enger Wechselbeziehung stand mit der allgemeinen Konstitution und dem Gesundheitszustand des Organismus, bezw. dem Ausbildungsgrad der Gonaden, so wurde damit der Ausgangspunkt für die uns interessierende Züchtungsrichtung geschaffen. Die Nachkommen derjenigen Weibchen nun, welche zufällig angeborene Vorliebe für solche besonders auffällige, sich physiologisch so merkwürdig verhaltende Ornamente besassen, mussten im Vergleich mit den Kindern anderer, auf die genannten Zieraten nicht reagierender Weibchen im Vorteil sein, da sie als Weibchen neben dem Sondergeschmack der Mütter auch noch die väterliche strotzende Gesundheit, als Männchen aber mit der Kraftfülle des Vaters auch seine gewinnenden Schmuckcharaktere erbten" [3]).

Diese Ansicht von der gesundheitsfördernden Bedeutung der Weibchenwahl ist nicht mehr ganz neuen Datums — ein Umstand, der mir bei der Veröffentlichung der vorläufigen Mitteilung (1918) leider entgangen ist. *C. L. Morgan* (1909)[4]) war wohl der erste, der diesen Gedanken, wenn auch in etwas anderem Zusammenhang und bloss in Bezug auf Tanz- und Gesangkünste der

---

[2]) Das erste Auftreten, also die eigentliche Entstehung neuer erblicher Charaktere, kann die Theorie von der geschlechtlichen Auslese ebensowenig erklären, wie die Lehre von der natürlichen Züchtung. Vielmehr gehört die Erforschung der die neuen Eigenschaften in Organismen hervorbringenden inneren Ursachen zu den wichtigsten Aufgaben der Entwicklungsmechanik *(Roux)*, und zwar ihrer vielversprechenden jüngsten Tochterdisziplin — der entwicklungsgeschichtlichen Eigenschaftsanalyse oder Phaenogenetik *(Haecker)*.

[3]) Die hier zitierten Sätze scheinen dem Verfasser der im laufenden Jahrgang der „Naturwissenschaften" erschienenen Besprechung meiner Schrift „Darwins geschlechtliche Zuchtwahl usw." entgangen zu sein. Sonst könnte er nicht schreiben: „. . . . es wird für die Wirksamkeit des vom Verfasser angenommenen Prinzips eine Erfahrung des Weibchens vorausgesetzt, die dieses niemals machen kann, da der Gesundheitszustand seiner Nachkommenschaft nicht einmal eine Rückwirkung auf sein eigenes Triebleben auszuüben vermag. Wir müssten also dann zu einer anderen Annahme unsere Zuflucht nehmen, dass nämlich beim Auftreten einer Variation im Habitus der Männchen, die der Ausdruck besonderer Lebenstüchtigkeit ist, die Weibchen bereits eine — kaum erklärbare — Vorliebe für die so ausgezeichneten Männchen besässen." Dem gegenüber sei festgestellt, dass in meiner Schrift (1918) *keine* „Erfahrung der Weibchen vorausgesetzt" wird; auch die Annahme, dass *alle* Weibchen einer Tierart *von Anfang an eine ganz bestimmte* Geschmacksrichtung besitzen müssen, liegt meiner Auffassung, wie leicht ersichtlich, ferne. Vgl. *L. Glaesner*, Die Naturwissenschaften, VII. Jahrgang, Heft 28. (Zusatz während des Drucks.)

[4]) *Instinkt und Gewohnheit.* Deutsch v. M. Semon. 1909.

Vögel äusserte. Kurz vor mir hat sich dann *F. Lenz*[5]) (1917) mit unserem Problem befasst. Obwohl sonst auf dem Boden der *Guenther*'schen[6]) geschlechtlichen Einschüchterungsauslese stehend, räumt er auch der Weibchenwahl eine wichtige Bedeutung ein: „Dass sie der Erhaltung der Rassengesundheit dient, liegt auf der Hand. Kranke oder abnorme Individuen werden bei der Gattenwahl zurückgewiesen, starke und schöne bevorzugt. Die Entstehung dieses erhaltenden Wahlinstinkts durch Züchtung ist leicht zu verstehen. Die Nachkommen eines Tieres haben nämlich um so mehr Aussicht auf Bestehen des Daseinskampfes, je gesünder und stärker der andere Elter ist. Der Instinkt der aktiven Wahl ist also durch passive Wahl unter den Nachkommen entstanden zu denken. Die primäre Züchtung geschieht allemal passiv (durch die Natur), auch die der aktiven Wahlinstinkte“. Wie leicht ersichtlich, decken sich die angeführten Gedanken beinahe mit meiner Ansicht, wonach die geschlechtliche Zuchtwahl die fortwährende Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustandes der Arten zum Zweck hat und daher — selber eine Anpassung — eine hohe arterhaltende Bedeutung besitzt.

Was wir dagegen bei *Morgan* und *Lenz* vermissen, ist die Erkenntnis, dass die Bedeutung der sekundären Geschlechtscharaktere in ihrem eigenartigen physiologischen Verhalten wurzelt, nämlich in ihrer (die des übrigen Körpers übersteigenden) grösseren Reaktionsfähigkeit auf Schwankungen im gesundheitlichen Gleichgewicht des Organismus[7]). Diese merkwürdige Korrelation ist es aber gerade, die den Selektionswert der Sexuszeichen erst ausmacht. — Ein Vergleich soll die Sache deutlicher machen. Wohl vermag ein geübter Lokomotivführer schon aus den Kesselgeräuschen, sowie aus der zunehmenden Fahrtgeschwindigkeit die Höhe des Dampfdruckes in seiner Maschine annähernd zu erkennen, doch zieht er ständig das Manometer zu Rate, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil es ihm viel sicherer und augenscheinlicher die nötige Auskunft gibt. Prinzipiell etwas ganz ähnliches liegt aber auch in der Natur der schmückenden Sexusmerkmale. Schon aus dem allgemeinen Aussehen eines Tieres kann oft geschlossen werden, ob es gesundheitlich in „guter Kondition“ sich befindet oder

---

[5]) *Einschüchterungsauslese und weibliche Wahl bei Tier und Mensch.* Archiv f. Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 12. Bd. 1916—1918.

[6]) K. Guenther. *Gedanken zur Deszendenztheorie.* Verhandl. deutsch. zoologischen Gesellsch. Bd. 24. 1914.

[7]) Es wäre in diesem Zusammenhang interessant nachzuprüfen, ob nicht auch die so oft betonte grössere Variationsbreite sekundärer Männchencharaktere wenigstens zum Teil auf Rechnung dieser ihrer Sensibilität gesetzt werden sollte.

nicht. Viel leichter jedoch fällt diese Feststellung an Hand der sekundären Charaktere, die ja, wie ausgeführt, sich durch eine ganz besondere Sensibilität nach dieser Richtung hin auszeichnen, und somit als leicht zu deutende „Kraftmesser" den übrigen Körperteilen bei weitem überlegen sind. Wenn auch weibliche Tiere sicher ganz ahnungs- und absichtslos ihre rassenhygienisch so folgenschweren Entscheidungen treffen, so ist ihnen doch die richtige Wahl ganz bedeutend erleichtert, da ihr Geschmack gerade auf jene „Gesundheits- oder Kraftmesser" eingestellt ist.

Das hiermit angegebene Prinzip, welches man im obigen Zusammenhang wohl als „*Manometer-Prinzip*" bezeichnen könnte, erlaubt uns die geschlechtliche Zuchtwahl für einen Faktor der Artbildung anzunehmen, der auf ähnlichen allgemeinen Voraussetzungen beruht wie die Naturzüchtung; somit bildet die mechanistische Naturauffassung für die Theorie von der Sexualselektion kein Hindernis mehr.

Als eine weitere Schwierigkeit für diese Theorie wird oft der Umstand angeführt, dass es viele dimorphe monogame Arten mit ungefähr gleicher Anzahl von Individuen beider Geschlechter (gleicher Geschlechterzahl) gibt, bei denen aber die Auslese von vorneherein unwirksam sein soll. „Wenn die Geschlechter in genau gleicher Anzahl existieren", sagt *Darwin*[8]), „so werden doch die am schlechtesten ausgerüsteten Männchen schliesslich auch Weibchen finden . . und dann ebenso viele . . . . Nachkommen hinterlassen, wie die bestbegabten Männchen". „Verhielten sich die Männchen zu den Weibchen wie zwei zu eins, oder drei zu zwei . . . ., so würde die ganze Angelegenheit einfach sein. Denn die besser bewaffneten, oder grössere Anziehungskraft darbietenden Männchen würden die grösste Zahl von Nachkommen hinterlassen. Nachdem ich aber . . . die numerischen Verhältnisse der Geschlechter untersucht habe, glaube ich nicht, dass irgendwelche bedeutende Ungleichheit der Zahl . . . existiert." Ähnlich spricht sich *Weismann*[9]) aus: „Wie die gewöhnliche Naturzüchtung nicht zustande käme, wenn nicht von jeder Generation zahlreiche, ja die meisten Individuen wieder vernichtet würden, ehe sie Zeit gehabt, Nachkommen hervorzubringen, so würde der Prozess der sexuellen Selektion niemals zustande kommen können, falls jedes Männchen zuletzt doch auch ein Weibchen fände, möchte es nun mehr oder weniger anziehend

---

[8]) *Die Abstammung der Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl.* 6. Aufl. Deutsch v. J. V. Carus. Stuttgart 1910.

[9]) *Vorträge über Deszendenztheorie.* Dritte Aufl. Jena 1913.

für letzteres sein. Wäre die Zahl von Männchen oder Weibchen einer Art stets gleich und käme immer auf ein Weibchen nur ein Männchen, so könnte zwar wohl eine Wahl von Seiten der Weibchen . . . geübt werden, allein es würden doch immer noch so viele Individuen beider Geschlechter übrig bleiben, dass kein Mann unbeweibt zu bleiben brauchte." — Diese Bedenken fallen, wie mir scheint, dahin, wenn man ein Moment, das meines Wissens bis jetzt in diesem Zusammenhang noch keine Beachtung gefunden hat, mitberücksichtigt, nämlich die Tatsache, dass durch das Vorhandensein einer kurzen Brunstzeit die Empfängnisperiode der Weibchen in einem bestimmten Verbreitungsgebiet recht stark begrenzt ist.

Bei vielen niederen Organismen findet die Begattung das ganze Jahr hindurch statt, bei höheren Tieren jedoch gibt es eine bestimmte Saison, welche für die betreffende Spezies als Brunstzeit oder Oestrum gilt und in welche die Empfängnis fällt. Diejenigen Tiere, welche während ihrer ganzen Sexualsaison nur eine Brunst haben, werden monöstral genannt, solche mit mehreren Oestra polyöstral. Dioestrum nennt man dann eine meist kurze Geschlechtsruhepause, die zwischen zwei aufeinander folgenden Oestra einer Sexualsaison fällt[10]). Während bei den Männchen die Brunst meist längere Zeit dauert, tritt sie bei den Weibchen nur für kurz auf, um oft auffallend rasch abzuflauen. So erlischt bei Bienenköniginnen die Brunst binnen 48 Stunden. Bei vielen Insekten leben die Imagines nur wenige Tage oder Wochen, so dass ihre Geschlechtssaison notgedrungen recht kurz ausfällt. Von den meisten Vögeln wissen wir, dass ihre Nistperiode sich nur auf wenige Frühjahrswochen erstreckt. Und auch unter den Säugetieren kennt man Beispiele von sehr kurzdauernder Brunst der Weibchen. Bei Opossum währt sie nur 3—5 Stunden, bei Dasyurus viverrinus 1—3 Tage, bei Huftieren meist kaum 3 Wochen. Monöstral sind sehr viele Tiere. So zählen hierher die meisten Vögel, die Kloakentiere und wahrscheinlich die meisten Beuteltiere, die Mehrzahl der Huftiere, grössere Raubtiere, sowie die Fledermäuse. Polyöstral dagegen sind die meisten Insektenfresser und Nagetiere, sowie die Halbaffen und die Affen. Bei letztern zwei Abteilungen fallen die Trag- und Geburtszeiten jedoch oft in ganz bestimmte Monate, sodass die Annahme berechtigt erscheint, dass die Brunst hier nur zu gewissen Zeiten des Jahres eine empfängnisfähige ist[11]).

---

[10]) Siehe hierzu *E. Godlewsky*, jun., *Physiologie der Zeugung*. H. Winterstein's Handbuch der vergleichenden Physiologie. Bd. III, 2. Hälfte. 1914.

[11]) Vgl. *F. Doflein, Das Tier als Glied des Naturganzen.* Hesse-Doflein, Bd. II. Leipzig und Berlin 1914.

Welche Rolle spielt aber die beschränkte Brunstdauer bei dem Inkrafttreten der Weibchenwahl innerhalb der monogamen Arten mit gleicher Zahl der Geschlechter? Die Wirksamkeit dieses Faktors möge durch ein einfach gehaltenes Beispiel veranschaulicht werden. Angenommen bei einer Tierart setze sich der Individuenbestand aus gleicher Anzahl von Männchen und Weibchen zusammen. Eine Hälfte der Männchen sei auffallender geschmückt als die andere, eine Hälfte der weiblichen Tiere besitze den Wahlinstinkt, die andere sei instinktlos.

Die schönen Männchen gelangen nun beim Zusammentreffen mit einem beliebigen Weibchen leicht zur Begattung und zur Fortpflanzung; ihre weniger geschmückten Rivalen werden dagegen oft abgewiesen und müssen ihr Glück nicht selten bei mehreren Weibchen nacheinander versuchen, bis sie ihr Ziel erreicht haben. Dieses Suchen kann aber (besonders bei in grossen Gebieten zerstreut lebenden Arten) recht zeitraubend ausfallen, sodass *die Brunstsaison inzwischen zu Ende gehen und eine Anzahl der weniger mit Schmuck bedachten Männchen für die gegebene Fortpflanzungsperiode unbeweibt bleiben wird;* alle ihre schöneren Nebenbuhler gelangen aber durchwegs zur Vermehrung. Das zahlenmässige Uebergewicht der letztern ist damit augenscheinlich.

Freilich bleiben als Konsequenz bei monogamen Arten mit gleicher Geschlechterzahl ebensoviele Weibchen unbegattet als Männchen leer ausgehen. Darum könnte vielleicht entgegnet werden, dass ein Vorgang, welcher mehr oder weniger zahlreiche Weibchen unbefruchtet lässt, und zwar wohl häufiger diejenigen unter ihnen, die besonders wählerisch sind, vom selektionistischen Standpunkt aus undenkbar ist. Wenn man sich jedoch vergegenwärtigt, worin eigentlich der Vorgang der geschlechtlichen Zuchtwahl besteht, erweist sich dieser Einwand als unberechtigt. Zum Wählen gehört eben die Möglichkeit der Auswahl. Wird ein hochbrünstiges Weibchen von einem einzelnen, wenn auch unschönen Männchen umworben, so wird wohl in den meisten Fällen die Ehe perfekt, gleichviel ob dieses weibliche Tier von Natur aus weniger oder mehr wählerisch ist. Solche Fälle der Einzelwerbung bieten also den instinktlosen, sowie den mit Wahlinstinkt bedachten Weibchen, bezw. ihren Nachkommen, gleiche rassenhygienische Vorteile und Nachteile. Anders dürfte sich die Sache bei der echten Rivalität verhalten, wo zwei oder mehrere Männchen gleichzeitig um die Gunst des Weibchens werben. Solche durch momentanen Zufall begünstigte Fälle kommen auch bei den Arten mit gleicher Geschlechterzahl recht oft vor, was jeder Beobachter aus eigener Erfahrung bestätigen kann. Auch wird der Wahrschein-

lichkeitsrechnung zufolge eine ungefähr gleich grosse Anzahl von Individuen beider Weibchenkategorien in die Lage kommen, eine solche Wahl treffen zu müssen. Von da an trennen sich aber die Wege der beiden Weibchengruppen. Jedes der mit dem nützlichen Wahlinstinkt (Sprödigkeit) versehenen Weibchen wird den auffallendsten, bezw. den am meisten es erregenden unter den Bewerbern bevorzugen, während die instinktlosen Weibchen in gleicher Situation eine reine Zufallsehe eingehen werden.

So erscheinen am Ende einer Brunstperiode gleich viele Weibchen der beiden Kategorien begattet, und gleich viele bleiben ungepaart. Eine zahlenmässige Benachteiligung der wählerischen Weibchen kann also unter obigen Bedingungen nicht stattfinden. Alle befruchteten instinktlosen Weibchen haben nun nach unserem Schema die Ehe wahllos geschlossen, die spröden Weibchen dagegen zum Teil (jene, die vor die regelrechte Wahl gestellt waren) Wahlehen eingegangen. Eine solche rassenhygienische Auslese dürfte aber genügen, um den Nachkommen der wählerischen Weibchen im Laufe der Generationen das gesundheitliche Übergewicht im Kampfe ums Dasein zu verschaffen und die betreffende Instinktrichtung zum festen Erbgut der gegebenen Rasse (bezw. Art) zu machen.

Literatur.

Bedot, M. Essai sur l'évolution du règne animal et la formation de la société. Paris et Genève 1918.

Demoll, R. Die Bedeutung der Proterandrie bei Insekten. Zool. Jahrbücher, Abt. f. System. usw. Bd. 26, 1908.

Dürken, B. Einführung in die Experimentalzoologie. Berlin 1919.

Haecker, V. Entwicklungsgeschichtliche Eigenschafts- oder Rassenanalyse, mit besonderer Berücksichtigung der Wirbeltierzeichnung. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. Bd. 14, 1915.

Haecker, V. Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phaenogenetik). Gemeinsame Aufgaben der Entwicklungsgeschichte, Vererbungs- und Rassenlehre. Jena 1918.

Hansemann, D. von. Deszendenz und Pathologie. Vergleichend-biologische Studien und Gedanken. Berlin 1909.

Heller, J. Die vergleichende Pathologie der Haut. Berlin 1910.

Kammerer, P. Ursprung der Geschlechtsunterschiede. Fortschritte der naturw. Forschung, herausg. v. Abderhalden. Bd. 5, 1912.

Meisenheimer, J. Äussere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen. Verhandl. deutsch. zool. Gesellschaft. Bd. 23, 1913.

Möbius, P. J. Beiträge zur Lehre von den Geschlechts-Unterschieden. Halle 1907.

Plate, L. Vererbungsstudien an Mäusen. Archiv f. Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. 44, 1918.

Schaxel, J. Grundzüge der Theorienbildung in der Biologie. Jena 1919.

Spitzer, H. Beiträge zur Deszendenztheorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft. Leipzig 1886.

Stellwaag, F. Besprechung von: N. G. Lebedinsky, Darwins geschlechtliche Zuchtwahl usw. 1918. Naturwissensch. Wochenschrift. Bd. 34, Nr. 7, 1919.

Wallace, A. R. Der Darwinismus. Uebers. v. D. Brauns. 1891.

Ziegler, H. E. Die Vererbungslehre in der Biologie und in der Soziologie. Jena 1918.

Zur Strassen, O. Die Zweckmässigkeit. In: Die Kultur der Gegenwart, III. Teil, IV. Abt., Bd. I, Allgemeine Biologie. Leipzig-Berlin 1915.

Basel, Zoologische Anstalt, 15. Juni 1919.

Manuskript eingegangen den 8. Juli 1919.

Die Lagerungsverhältnisse der Gneisslamelle der Burgruine Splügen (Graubünden).

(Mit einer Textfigur.)

Von

A. Buxtorf.

Auf den Blättern XIV und XIX der geologischen Karte der Schweiz 1 : 100,000 und z. T. auch in den Begleittexten (vergl. Nr. 1 u. 5 des Literatur-Verzeichnisses am Schlusse) haben *Alb. Heim* und *Friedr. Rolle* erstmals darauf aufmerksam gemacht, dass bei der Burgruine Splügen zwischen Splügen und Sufers im Hinterrheintal den Bündnerschiefern ein kleines Gneissmassiv eingeschaltet sei, und *Alb. Heim* (1, S. 406—7) führt des Nähern aus, dass es deutlichen Gewölbebau besitze und als untergeordnete Antiklinale am Rande des Adulagneisses erscheine. Auf Profil 9, Taf. II (in 1) wird der Gneiss der Burgruine als nach Norden überliegende Falte dargestellt, deren ca. 400 m mächtiger Kern allseitig von wenig mächtigem Triasdolomit umhüllt wird. Da das Profil nicht durch die Burgruine, sondern durch die ca. ein Kilometer westlicher liegende Ortschaft Splügen gelegt ist, sind die bei der Ruine beobachteten Verhältnisse auf diese etwas westlichere Schnittebene übertragen worden.

So wenig ausgedehnt dieses kleine Gneissmassiv auch sein mag, so tritt es doch in der Landschaft deutlich hervor und trennt als waldiger Rücken das langgestreckte und weite obere Rheinwaldgebiet vom viel kleineren Becken von Sufers, das seinerseits nach unten scharf begrenzt wird vom Rofnagneiss, dessen Einsetzen der Crestawaldrücken verrät. Ich stehe nicht an, dieses Zusammenfallen von hartem Gneiss mit Felsrücken, von Bündnerschiefer mit Weitungen und Becken hauptsächlich als eine Wirkung selektiver glacialer Erosion aufzufassen.

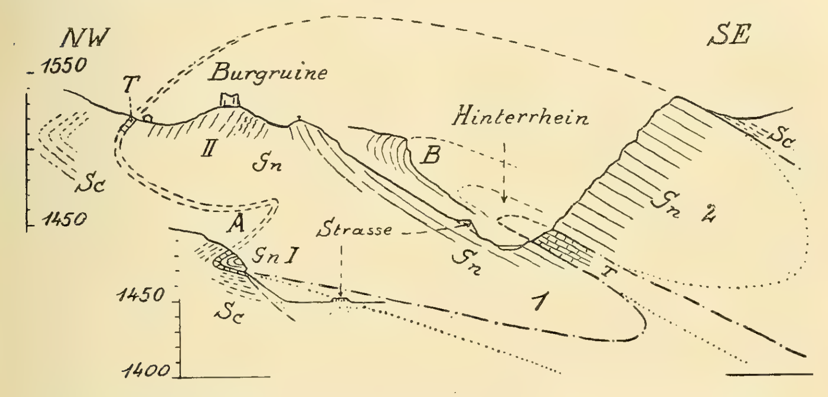
Eine etwas andere tektonische Deutung, als *Alb. Heim* sie gegeben hat, ist 1909 von *O. A. Welter* (9, S. 840 und Pl. 22, Prof. IX) für den Gneiss der Burgruine vorgeschlagen worden. Nach ihm würde der Gneiss nicht nur eine einfache liegende Falte

bilden, sondern deren Stirne wäre nach Norden zu etwas abgebogen; ausserdem aber fände sich südlich überm Rhein eingeklemmt im Gneiss eine ganz schmale, nach Norden sich öffnende Bündnerschiefermulde. Eine Wiedergabe dieser Profilzeichnung, ebenso wie derjenigen *Alb. Heims*, scheint mir an dieser Stelle nicht nötig zu sein; es sei auf die Originalarbeiten verwiesen.

Diese Verschiedenheit der geotektonischen Interpretation aber reizte zu weitern Untersuchungen und als mich nun 1918 und 19 geologische Studien für ein bei Sufers projektiertes Staubecken zu verschiedenen Malen ins Rheinwaldgebiet führten, liessen sich Streifzüge zum nahen Burgruinengneiss leicht bewerkstelligen. Gelegentlich hatte ich mich dabei der Unterstützung der Herren cand. geol. R. Elber und T. Keller zu erfreuen. Im Nachfolgenden möchte ich nun versuchen, diese mehr zufälligen Beobachtungen zu einer kleinen Skizze zu vereinigen, wobei aber, wie nachdrücklich bemerkt sei, keine erschöpfende Darstellung gegeben, sondern lediglich künftiger Forschung die Arbeit erleichtert werden soll.

Eine erste interessante Feststellung scheint mir nun die zu sein, dass das Gneissgebiet nach Westen zu nicht, wie bisher angenommen, mit dem Hügel der Burgruine endet, sondern dass nach einem Unterbruch durch verkittetes jungdiluviales Schuttkegel- und Schottermaterial ca. 250 m südwestlich der Ruine nochmals etwas Gneiss ansteht. Dieses Vorkommen bildet den ersten aus der Böschung vorstechenden Felskopf, den man rechter Hand erblickt, wenn man vom Burgruinengneiss auf der Poststrasse nach Splügen wandert; alle nachfolgenden Felsen sind schon Bündnerschiefer. Was dieser Felsnase nun ihre besondere Bedeutung verleiht, ist ihr interessanter Bau, der unten links in nebenstehender Figur veranschaulicht ist: Der etwa 8—10 m hohe Felsvorsprung besteht aus Gneiss, der, obwohl intensiv gefältet, doch eine deutliche, in die Böschung einstechende Gewölbestirne erkennen lässt. Über dem Gneiss folgt, z. T. etwas verhüllt durch Pflanzenwuchs, feinkörniger Triasdolomit in einer Mächtigkeit von etwa drei Metern; wie dies das Profil darstellt, ist anzunehmen, dass dieser Dolomit den Gneisskopf vollständig umhülle, doch fehlen seitlich und am Fusse des Felsens infolge von Schuttbedeckung jegliche Aufschlüsse. Dagegen ist an den Aufschlüssen westlich des Gneisskopfes schön zu erkennen, wie der über der Trias folgende kalkige Bündnerschiefer auch unter den Gneiss hineinstreicht, sodass, von Westen betrachtet, der Gneiss wie angeklebt erscheint. Eine eventuelle Fortsetzung nach Osten wird durch die erwähnte Quartärdecke verhüllt, nach Westen zu aber streicht der Gewölbekopf deutlich in die Luft aus.

Beim Versuch, diesen Gneisskopf, den wir mit I bezeichnen wollen, mit dem Gneiss der Ruine in Verbindung zu bringen, sind wir gezwungen, uns kurz der regionalen Tektonik des Hinterrheingebietes zu erinnern. Wir wissen, dass über der am Bernhardin und Valserberg untertauchenden Adulamasse nach Osten zu die höheren Gneissdeckfalten des Tambo- und Surettamassivs folgen und haben als weiteren Grundzug das durchschnittlich wohl um 30° betragende östliche Axialgefälle dieses ganzen Deckfaltensystems zu erwähnen. Es sei in diesem Zusammenhang erinnert an die Profile, die *Alb. Heim* quer und längs durch diese Berge gelegt hat (2, T. II), ebenso an die neuesten Längsprofile durch Graubünden von *Rud. Staub* (8, T. VI).



Profil durch die Schlucht des Hinterrheins bei der Burgruine Splügen.

Masstab ca. 1 : 5000.

Gn = Gneiss, T = Trias, Sc = Kalkige Bündnerschiefer, Punktierte Fläche = Quartär

Die Schnittebene des untern Profils liegt ca. 300 m westlich der des obern.

Wenn nun auch die eben erwähnten Darstellungen das Gneissmassiv von Splügen seiner Kleinheit wegen unberücksichtigt gelassen haben, so steht doch ausser Frage, dass das Axialgefälle auch für dieses in Betracht gezogen werden muss. In Berücksichtigung dessen und des Umstandes, dass die dem Gneisskopf I normal aufruhenden Bündnerschiefer nach Nordosten zu unter den Gneisskomplex II, der die Ruine trägt, hineinweisen, sind wir gezwungen, einen Zusammenhang der beiden Gneissköpfe anzunehmen, wie er in der nebenstehenden Figur durch die Strichellinien angedeutet ist. Dem Axialgefälle ist dabei durch eine entsprechend tiefere Lage der Basis des westlichen Profils Rechnung getragen. Im Sinne dieser Darstellung würde sich zwischen den untern Gneisskopf I und den Gneiss II der Ruine eine kleine

Mulde A einschalten, deren Tiefe wir aber nicht kennen und von der wir auch nicht wissen, ob sie flach liegt oder eine nach oben gerichtete Umbiegung besitzt. Auch die Möglichkeit ist gegeben, es könnte die Mulde durch einige kleine Sekundärmulden ersetzt oder von solchen begleitet sein. Leider schliesst die beide Gneissköpfe trennende Quartärdecke eine Beantwortung dieser Fragen ganz aus. Dass aber der Gneiss der Burgruine mit gutem Grund als selbständiger Gewölbekopf aufgefasst werden darf, ergibt sich vor allem aus der stirnförmigen Umbiegung, welche die Bündnerschiefer am Hügel gerade nordwestlich der Ruine zeigen und deren verkehrter Schenkel unter den Gneiss der Ruine hineinzielt.

Gehen wir von der Ruine zum nächstsüdlichen, zurzeit ein Signal der Landesvermessung tragenden Felskopf, so fällt auf, wie an Stelle des nördlichen Einfallens des Gneisses Südfallen einsetzt, erst steil und dann gegen die Strasse hinab bis auf 40° abnehmend. Der erste Eindruck geht dahin, man habe es gerade südlich der Ruine mit einem aufrechten Gewölbe zu tun; berücksichtigt man aber das Vorhandensein des Gewölbekopfes I, so wird man eher die Möglichkeit erwägen, es könnte sich um eine verkehrte Mulde des Gneisses handeln, die wir als Umhüllung der Mulde A aufzufassen hätten. Im Profil habe ich durch die Linienführung der Mulde einen derartigen Zusammenhang leicht angedeutet, möchte aber nicht säumen, das Hypothetische dieser Darstellung nachdrücklich hervorzuheben.

Einer neuen interessanten Komplikation begegnen wir unten in der Rheinschlucht. Wir erwähnten eben, dass vom Vermessungssignal aus bis zum Rhein hinab das südliche Einfallen allmählig abnehme. Diese flach südfallenden Gneisse queren unter Bildung von Felsschwellen das Rheinbett und zeigen in den Felsköpfen am Südufer schliesslich nur noch eine Neigung von 30°. Hier nun aber stellt sich über dem Gneiss mit ähnlichem Südfallen eine meist mehr als zehn Meter mächtige Folge von Triasdolomiten ein, als deren Hangendes wieder Gneiss folgt, den bewaldeten Felshang der südlichen Schluchtwand bildend. Wir müssen ziemlich hoch hinaufsteigen, bis wir über dem Gneiss wieder Bündnerschiefer finden, die diesem hier anscheinend direkt, d. h. ohne Zwischenschaltung von Dolomiten, aufruhen (vergl. das Profil).

Die eben erwähnte Dolomiteinschaltung zwischen zwei Gneissen lässt sich vom obern Schluchtende aus schluchtabwärts am Südufer verfolgen bis etwas unterhalb der leichten Strassenbiegung im Südosten der Burgruine (vergl. Siegfriedbl. Splügen); hier verschwindet sie unter Gneiss. Spricht schon dieses Verhülltwerden durch Gneiss gegen normale Muldennatur der Triaseinschaltung, so liefert die

Untersuchung des Nordabhangs der Schlucht den Beweis, dass wir es tatsächlich zu tun haben mit einer von Süden aus der Tiefe heraufstechenden, zum Gewölbe gekehrten Mulde (= B). Wie dies die Figur wiedergibt, lässt sich an den der Trias gegenüberliegenden Gneissköpfen sehr schön der Ansatz zu einer Umbiegung erkennen, die die Umhüllung der Trias bilden würde, wenn nicht die Erosion den Zusammenhang zerstört hätte. Infolge des Axialgefälles tritt dann, wie erwähnt, dieses Verschwinden der Trias unter Gneiss etwas weiter unten am Südostufer des Rheins tatsächlich ein, hier weniger in Form einer schön geschwungenen Umbiegung, sondern mehr als ein Auskeilen zwischen Gneissen. Weiter nach Nordosten zu ist von all diesen Komplikationen nichts mehr zu erkennen, der Burgruinengneiss bildet vielmehr eine flache Kuppel, die bei Rüti unter kalkigen Bündnerschiefern untertaucht. Auf der Figur ist dieses Verhalten durch die einfache Führung der Luftlinie angedeutet. Auch hier im Osten fehlt anscheinend Triasdolomit ganz; die Aufschlüsse der Gneiss-Bündnerschiefergrenze in der Schlucht wenig oberhalb der Rheinbrücke (P. 1448.2 des Siegfriedbl. Andeer) schliessen freilich die Möglichkeit einer bloss mechanischen Ausquetschung des dünnen Dolomitbandes nicht ganz aus.

Suchen wir nun die Frage zu beantworten, welche Rolle der verkehrten Triasmulde B im Gesamtbauplan des kleinen Gneissmassivs zukommt, so führt uns dies sofort weiter zur Grundfrage, welcher Gneiss denn eigentlich als W u r z e l des Faltensystems zu betrachten sei. Zwei Lösungen sind denkbar; sie sind beide auf der Figur zur Darstellung gelangt. Nehmen wir an, der u n t e r e Gneiss (1) bilde die Wurzel, so kann der ü b e r der Trias folgende Gneiss (2) nur als eine nach Süden zurückgelegte Gewölbestirn aufgefasst werden; die feinen Punktlinien der Figur verdeutlichen diese Auslegung. Betrachten wir dagegen im Sinne der Strich-Punktlinien den o b e r n Gneiss (2) als den wurzelnden, so ist der u n t e r e Gneiss (1) als die nach Süden in die Tiefe stechende Stirnumbiegung anzusprechen. Wir dürfen dann ferner annehmen, dass die Trias im Liegenden des Gewölbekopfs I in direktem Zusammenhang stehe mit der Trias in der Rheinschlucht. Ob nun diese Verbindung, wie die Strich-Punktlinie angibt, sich in einfacher Umbiegung vollziehe oder ob kompliziertere Verhältnisse herrschen, kann nicht entschieden werden, weil das Ausstreichen dieser Trias vom Alluvialboden des Rheintals unterhalb Splügen bedeckt ist.

Es ist nicht schwer zu entscheiden, dass von den beiden möglichen Interpretationen nur die z w e i t e ernstlich in Frage kommen kann, die erste würde eine Rückfaltung erheischen, die sich mit dem ganzen Bewegungsmechanismus der Deckfalten nicht in Ein-

klang bringen liesse. Im Sinne der zweiten Deutung aber erscheint uns nun das kleine Gneissmassiv nicht mehr als einfache liegende Falte, sondern wird zur dünnen Gneisslamelle, deren überliegende Stirne nach Süden in die Tiefe taucht. Das, was früher als Stirnumbiegung aufgefasst worden ist, wird zur Biegung zwischen dem aufsteigenden und dem zurücktauchenden Teil der Lamelle. Die Gneissfalte I endlich erscheint mehr nur als eine sekundäre Stauchung, wenn man nicht annehmen will, sie habe einmal die Rolle von II gespielt und sei erst beim letzten weitern Vorschieben der Gneisslamelle von II überholt worden. Zur Erklärung des ganzen so komplizierten Baues der Gneisslamelle aber müssen wir uns vergegenwärtigen, dass ihre Bewegung sich nicht selbständig vollzogen hat, sondern dass sie mit und zwischen den viel gewaltigern Gneissdeckfalten des Tambo- und Surettamassivs an ihre heutige Stelle verschleppt worden ist. In dieser Hinsicht besteht eine vollständige Analogie zu andern Beispielen alpiner überkippter Tauchfalten, worüber *H. Preiswerk* kürzlich Ausführlicheres berichtet hat (4).

So interessant es wäre, zum Schlusse nun noch das Verhältnis der Burgruinenlamelle zu den angrenzenden grossen Gneissdeckfalten näher zu verfolgen, so muss ich hierauf leider vollständig verzichten, meine Untersuchungen waren zu sehr nur eben auf die nächste Umgebung der Ruine beschränkt.

O. A. Welter gibt an (9, S. 839 u. ff. u. T. 21—22), dass zwischen Burgruinengneiss und Surettamassiv sich eine mächtige „Quetschzone“ einschalte, vorwiegend gebildet von triassischen Gesteinen, denen aber auch Kalkschiefer, Breccien sowie Rofnaporphyrbänder sich beimengen, ja er neigt sogar dazu, den Gneiss der Burgruine nach Osten zu in dieser „Quetschzone“ aufgehen zu lassen. Für einen derartigen Zusammenhang, der, wie *Welter* andeutet, schliesslich dazu führen könnte, den Burgruinengneiss als eine zufällig und lokal gut kartierbare Riesenkomponente der „Quetschzone“ aufzufassen, habe ich bei meinen bisherigen Begehungen keine Stütze finden können, sondern immer den Eindruck gewonnen, es tauche der Burgruinengneiss ostwärts als flache Halbkuppel unter die Bünderschiefer, über welchen dann erst *Welters* Quetschzone im Süden folge. Weitere Untersuchungen werden diesen Fragen ihre besondere Aufmerksamkeit zu widmen und namentlich die „Quetschzonen“ trotz ihrer Komplikation zu analysieren haben, denn dass mit dieser zwar bequemen, aber doch recht unsaubern Benennung keine Klarheit zu gewinnen ist, liegt auf der Hand. Noch sei erwähnt, dass die neueren, die unveröffentlichten Splügentunnel-Vorstudien Prof. *C. Schmidts* und seiner Mitarbeiter

verwertenden geotektonischen Karten von *F. Zyndel* (11, T. I) und *Rud. Staub* (7) den Burgruinengneiss in seiner Fortsetzung nach Südwesten zu ins Liegende der Tambomasse stellen und ihn schliesslich dieser angliedern. Auf ein derartiges Weiterstreichen des Gneisses, oder genauer gesagt seines dünnen Wurzelstiels, hatte schon früher *O. Wilckens* aufmerksam gemacht (10, S. 347). Es gewinnen diese Angaben heute ein besonderes Interesse, weil durch die Untersuchungen von *E. Heydweiller* (3, S. 172, 284—85 u. T. 2 Prof. 5) in den untersten Teilstirnen der Tambomasse dünne Gneisslamellen bekannt geworden sind, die hinsichtlich Verfaltung grosse Analogie mit dem Burgruinengneiss zeigen. Ob sie aber in direkte Beziehung zu letzterm gebracht werden dürfen, werden die von *W. Grenouillet* im Zwischengebiet vorgenommenen Untersuchungen zu entscheiden haben.

Nur mit wenigen Worten sei endlich noch der kürzlich von *H. Ph. Roothaan* geäusserten Vermutung gedacht, es möchte der Gneiss der Burgruine als kristalliner Kern der höchsten, die Splügener Kalkberge tragenden Bündnerschieferdecke, die er vorläufig Safierdecke nennt, aufzufassen sein. In die Basis dieser Decke wären nach *Roothaan* die von *F. Zyndel* (11, S. 89) am Bruschghorn und den Nollen entdeckten Triasgesteine zu stellen. Nachdem aber oben gezeigt wurde, dass Gneiss und Trias der Burgruine einen zwar kompliziert gebauten, aber doch in sich geschlossenen Stirnkopf bilden, besteht keine Möglichkeit, die Triasgesteine des Bruschghornes von der Burgruinenlamelle herzuleiten; eher käme hiefür vielleicht die „Quetschzone“ in Betracht. Dass selbstverständlich die zur Burgruine gehörenden Bündnerschiefer weit nordwärts verfrachtet worden sein können, ist ohne weiteres zuzugeben, ihre Abgrenzung von hangenden und liegenden Bündnerschiefern andern Ursprungs aber dürfte sich recht schwierig gestalten. Nur mehr beiläufig sei noch erwähnt, dass die kühne tektonische Interpretation des Rofnagneisses, die *Roothaan* aus der petrographischen Ähnlichkeit zwischen Rofna- und Burgruinengneiss und den Lagerungsbeziehungen des letztern zum Tambomassiv ableitet, meines Erachtens jeglicher soliden Begründung entbehrt. Eine Loslösung des Rofnagneisses vom Surettamassiv ist für jeden undenkbar, der nur einigermassen mit den Verhältnissen des letztern vertraut ist.

(Literaturverzeichnis siehe folgende Seite.)

Zitierte Literatur.

1. *Heim, Alb.* Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Liefg. 25. 1891.
2. *Heim, Alb.* Ueber die nordöstlichen Lappen des Tessinermassives. Vierteljahrsschrift d. Natf. Ges. Zürich. Jahrg. 51. 1906.
3. *Heydweiller, Erna.* Geolog. und morphologische Untersuchungen in der Gegend des St. Bernhardinpasses (Südwestl. Graubünden). Ecl. geol. Helv. Vol. XIV. Nr. 2, 1918.
4. *Preiswerk, H.* Die überkippte Tauchfalte am Campolungopass und ihre frühern Deutungen. Vierteljahrsschrift d. Natf. Ges. Zürich. Jahrg. 64. 1919. (Festschrift Albert Heim.)
5. *Rolle, Friedr.* Das südwestliche Graubünden und das nordöstliche Tessin, enthalten auf Bl. XIX des eidg. Atlas. Beitr. z. geol. Karte etc. Liefg. XXIII. 1881.
6. *Roothaan, H. Ph.* Tektonische Untersuchungen im Gebiet der nordöstlichen Adula etc. Vierteljahrsschrift d. Natf. Ges. Zürich. 63. Jahrg. 1918.
7. *Staub, Rud.* Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 46. Liefg. 1. Abt. 1916.
8. *Staub, Rud.* Ueber das Längsprofil Graubündens. Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich. Jahrg. 64. 1919. (Festschrift Albert Heim.)
9. *Welter, Otto A.* Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safiental. Ecl. geol. Helv. Bd. X, Nr. 6, Dez. 1909.
10. *Wilckens, Otto.* Ueber den Bau des nordöstlichen Adulagebirges. Centralbl. f. Min. etc. 1907.
11. *Zyndel, F.* Ueber den Gebirgsbau Mittelbündens. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. Liefg. 41. 1912.

Geolog.-paläont. Institut der Universität Basel, Sept. 1919.

Bericht über das Basler Naturhistorische Museum für das Jahr 1918.

Von

Fritz Sarasin.

Auch dieses Jahr hat der Tod unserer Kommission ein hochgeschätztes Mitglied entrissen. Am 8. April verschied Herr Prof. Dr. *L. G. Courvoisier*, welcher seit dem Jahre 1904, als Nachfolger des Herrn *F. Riggenbach-Stehlin*, die Entomologische Abteilung verwaltet hatte. Der Verstorbene hat sich mit seinem ihm eigenen Sinn für peinliche Ordnung um die Neugestaltung der genannten Sammlung grosse Verdienste erworben und seiner Liebe zum Museum noch dadurch einen ganz besonderen Ausdruck verliehen, dass er seine überaus reiche und wertvolle Privatsammlung von Lycaeniden, sein Lebenswerk, unserer Anstalt vermacht hat. Nach der Bestimmung des Testators darf diese Sammlung Spezialforschern zugänglich gemacht und unter Aufsicht auch weiteren Kreisen vorgezeigt werden. Zu einer Besichtigung unter Führung von Herrn Dr. *A. Huber* sind schon im Juni die Mitglieder des Museumsvereins und des Basler Entomologenvereins eingeladen worden. Wir werden dieses wertvolle Vermächtnis, ebenso wie die prächtige Lepidopterensammlung seines Vorgängers, mit pietätvollem Sinn zu hüten bestrebt sein. Da bei den gegenwärtigen Raumverhältnissen von einer sachgemässen Schaustellung der Insekten nicht die Rede sein kann, hat die Kommission beschlossen, einstweilen von einer Neubesetzung der Stelle eines Abteilungsvorstehers abzusehen. Die entomologische Sammlung ist zunächst derjenigen der übrigen wirbellosen Tiere angegliedert worden. Ihre spezielle Pflege liegt in den Händen der Herren *Hans Sulger* und Dr. *A. Huber*.

Dagegen hat die Kommission E. E. Regenz zur Wahl in die Kommission, an Stelle des im letzten Jahre verstorbenen Herrn Dr. *A. Gutzwiller*, Herrn Dr. *Aug. Tobler* vorgeschlagen. Die Regenz hat diesem Gesuch entsprochen, und dem Genannten ist daraufhin offiziell die Leitung der indischen Gesteinsabteilung, die er seit Jahren schon privatim besorgt hatte, übertragen worden.

Die in mehreren der letzten Jahresberichte erwähnte Angelegenheit des Hauses zum „weissen Bär“ hat nun in diesem Jahre eine für uns höchst willkommene Erledigung durch den folgenden Beschluss des Grossen Rates vom 27. Juni 1918 gefunden:

1. Der Grosse Rat des Kantons Basel-Stadt genehmigt den vom Regierungsrat mit der Freiwilligen akademischen Gesellschaft abgeschlossenen Vertrag betreffend Schenkung der Häuser Augustinergasse 4, 6 und 8 an den Staat zu Museums- und Universitätszwecken.
2. Er bewilligt für die Instandstellungs- und Einrichtungskosten des Hauses zum „weissen Bär“, Schlüsselberg 5, einen Kredit von Fr. 160,000 und für die Instandstellung der Werkstätte im Hofe des Museums einen solchen von Fr. 10,000. Diese Ausgaben sind auf die Jahre 1918 und 1919 zu verteilen.
3. Er erteilt einen Kredit von Fr. 25,000 für Instandstellungs- und Einrichtungsarbeiten der Häuser Augustinergasse 6 und 8 zu Lasten des Budgets pro 1918.
4. Er genehmigt den Übertrag der Liegenschaft Schlüsselberg 5 zum „weissen Bär“ auf das Universitätsgut und bewilligt den erforderlichen Kredit von Fr 140,000 auf Rechnung des Budgets pro 1918.

Damit ist nun der längst gehegte Wunsch nach einer neuen, den heutigen Anforderungen entsprechenden Werkstätte des Naturhistorischen Museums und nach einem unmittelbar an das Museum anstossenden Gebäude, das die gegenwärtig in verschiedenen Dependenzen zerstreuten, umfangreichen, wissenschaftlichen Sammlungsmaterialien und die zu ihrer Bearbeitung nötigen Räume aufzunehmen gross genug wäre, erfüllt. In der Entwicklung unserer Anstalt, als eines wissenschaftlichen Forschungsinstitutes, ist eine wichtige Etappe erreicht, und gerne benützen wir die Gelegenheit, den hohen Behörden für das durch diesen Beschluss bewiesene Verständnis der Lebensbedingungen unseres Naturhistorischen Museums und ebenso der Akademischen Gesellschaft für ihr hochherziges Entgegenkommen unseren tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Die von Herrn *Leisinger* auf Grund der Vorarbeiten der Herren *Ed. Vischer* und Söhne ausgeführten Pläne für den Umbau des Hauses haben unserer Kommission vorgelegen und sind von ihr genehmigt worden. Die Arbeiten sind bereits in vollem Gange, wonach wir hoffen dürfen, im kommenden Herbst mit der Einrichtung beginnen zu können. Im nächsten Jahresberichte wird dann von der Einteilung des Hauses und der Verwendung der einzelnen Räume Rechenschaft abzulegen sein.

Die regulären Beiträge des Staates, des Freiwilligen Museumsvereins und der Gemeinnützigen Gesellschaft sind dieselben gewesen wie im Vorjahre. Der Museumsverein hat uns überdies mit einer Gabe von Fr. 2000 bedacht zum Ankauf osteologischer Objekte. Den Ausfall, den wir durch das Ausbleiben eines Beitrags der Allgemeinen Museumskommission an die Betriebskosten erlitten, hat die Akademische Gesellschaft auf zuvorkommende Weise gemildert durch Gewährung eines Subsidiums von je Fr. 1000 für die Jahre 1918 und 1919.

Zoologische Sammlung.

a) Wirbeltiere.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Fritz Sarasin.*)

Säugetiere. Unter den Geschenken schweizerischer Mammalia seien erwähnt ein Alpenhase im Sommerkleid und einer in Übergangsfärbung aus dem Prättigau und Lax, Wallis, die wir Herrn *W. Brenner* in Chur und dem *Zoologischen Garten* verdanken. Den seltenen Albino der Schermaus aus der Gegend von Reinach sandte Herr Dr. *A. Binz* ein, Herr *G. von Burg* Bälge kleiner Raub- und Nagetiere aus dem bündnerischen Münstertal, die Herren Prof. *A. Buxtorf*, Prof. *A. Dubois*, *W. Schindelholz*, Direktor *A. Wendnagel* und *Fr. Zimmermann* eine Reihe kleiner einheimischer Formen, wofür man die Geschenkliste vergleichen möge. Zur schweizerischen Fauna dürfen wir auch 8 Bälge verschiedener Altersstadien des Steinbocks aus dem Park Peter und Paul zählen, die uns Herr Prof. *R. Biedermann-Imhoof* überwies. Derselbe unermüdliche Gönner verehrte uns auch 5 Bälge des sardinischen Moufflon in diversen Entwicklungsstadien und Säugetierbälge aus dem Altai, von denen 3 Arten unserer Sammlung bisher gefehlt hatten. Von Herrn Dr. *A. David* erhielten wir den Leoparden geschenkt, den er seiner Zeit aus der Gegend von Fashoda lebend mitgebracht hatte, von Herrn *W. B. White* Midas ursulus E. Geoffr. aus Brasilien. Von den Ankäufen mag das Weibchen von Tapirus americanus Briss. namhaft gemacht sein, das 23 Jahre im Zoologischen Garten gelebt hatte, in dessen Besitz es etwa dreijährig gelangt war, ferner als Seltenheit eine noch unbeschriebene Varietät des sogenannten Wasserrehs, Hydrelaphus inermis Swinh., aus Korea. Für die kleinen Arten siehe die Anhangsliste. Zuwachs an neuen Formen: 2 Genera und 5 Species.

Vögel. Die Sammlung einheimischer Vögel, auf deren Vervollständigung, verbunden mit Ersatz schadhafter, alter Stücke

durch neue, seit Jahren hingearbeitet wird, im Hinblick auf eine spätere Aufstellung mit biologischen Gruppen in eigenem Raume, hat dieses Jahr manchen erwünschten Zuwachs erfahren. Wir erwähnen eine schöne Serie von Albinos der Amsel, der Dohle, der Hausschwalbe und des Steinkauzes, fast alle aus unserer näheren Umgebung, zusammengebracht durch Herrn *G. Schneider*, ferner eine Gruppe der Alpendohle, Pyrrhocorax alpinus Vieill., vom Gotthardmassiv, ein Geschenk der hiesigen *Ornithologischen Gesellschaft*, die auch weiterhin ihre wertvolle Beihilfe am Ausbau unserer einheimischen Sammlung zugesagt hat. Als ein besonders interessantes Stück soll auch eine sogenannte Spechtschmiede aus dem Torfmoor von La Chaux bei Ste-Croix aufgeführt sein, Geschenk der Herren Drs. *Helbing* und *Schaub*. Eine Reihe von Arten aus der Umgebung des schweizerischen Nationalparks sandte Herr *G. von Burg* ein, Herr *A. Wendnagel* verschiedene hiesige, zum Teil mit ihrem Nest. Anderes verdanken wir (siehe die Geschenkliste) den Herren *E. Merz*, Dr. *P. Sarasin*, *E. Schmutz*, *J. Stuber* und der *Zoologischen Anstalt*. Eine Gruppe der Samtente, Oedemia fusca (L.) vom Bodensee wurde käuflich erworben.

Von ausländischen Arten konnten eine Reihe südchinesischer, uns fehlender, angekauft werden, ferner die seltene neuseeländische, Ralle, Ocydromus earli Gray. Einige papuasische Formen verdanken wir als Geschenk Frau *M. Moser-Massini*. Zuwachs an neuen Arten: 1 Gattung und 9 Species.

Reptilien und Amphibien. Überaus spärlich gestaltete sich auch dieses Jahr der Zuwachs an für die Sammlung neuen Formen; es sind deren bloss 2 Gattungen und 8 Arten von Reptilien und 1 Amphibienart zu verzeichnen, sämtlich aus dem südlichen China stammend und uns vom Freiburger Museum überlassen, bei Gelegenheit einer hier von Herrn Dr. *J. Roux* ausgeführten Bestimmungsarbeit einer grösseren Sammlung. 11 Arten verschiedener Provenienz, die uns der Zoologische Garten zuwies, waren zwar alle bereits vertreten; erwähnenswert ist aber ein besonders grosses und schönes Exemplar der Anakonda, Eunectes murinus, das als ganz junges Tier in den Garten gelangt war. Europäische, meist schweizerische Arten, gingen ein von den Herren Prof. *R. Biedermann-Imhoof*, *R. Graber*, Dr. *Ed. Graeter* und *J. Stuber*.

Fische. Die einzige Vermehrung bildet der uns von Herrn Prof. *C. Schmidt* übergebene Typus des nach ihm benannten Fisches, Callomystax schmidti Volz, aus Zentral-Sumatra. (*Volz, W.*, Revue Suisse de Zoologie, 1904.) Er gehört der Familie der Siluriden an. Herr Dr. *J. Roux* hat die Neuetikettierung der gegenwärtig im Keller aufbewahrten Fischsammlung zu Ende geführt.

b) *Wirbellose Tiere.*

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *F. Zschokke*).

Die allgemeinen Bemerkungen in den letzten Jahresberichten über die Aufstellungs- und Ordnungsmöglichkeiten der Abteilung wirbelloser Tiere haben auch heute noch volle Geltung. Dagegen ist mancher Zuwachs zu verdanken und auf die Arbeit hinzuweisen, die von den Verwaltern der einzelnen Sammlungen mit grosser Hingabe und Fleiss geleistet worden ist. Über die *Mollusken* berichtet Herr Dr. *G. Bollinger*, dass die Sammlung nunmehr in der Hauptsache zweckmässig in Schachteln untergebracht sei. Eine Anzahl von Geschenken wurde neu eingereiht, so die Molluskenausbeute der zweiten Celebesreise der Herren *P.* und *F. Sarasin*, ca. 50 Arten und Varietäten (eine Bearbeitung derselben durch Herrn *G. Bollinger* ist soeben erschienen), die Sammlung Tessiner Mollusken des Herrn Dr. *L. Eder*, sämtliche Materialien zu seiner 1914 erschienenen Dissertation: „Zur Fauna der gehäusetragenden Landschnecken des Kantons Tessin“ enthaltend, ca. 160 Arten von mehr als 400 Fundorten, die Dubletten der Mollusken aus dem schweizerischen Nationalpark, die Herr Dr. *E. Bütikofer*, im Einverständnis mit der wissenschaftlichen Nationalparkkommission dem Museum übergab, 56 Funde aus dem Unterengadin, Material zu seiner Arbeit über die Molluskenfauna des Nationalparks, eine Sammlung von westlichen Mittelmeer- und canarischen Mollusken, Geschenk des Herrn Dr. *P. Bohny*, Nordische Mollusken von Herrn Dr. *G. Bollinger*, endlich die Typenexemplare der auf dem Seestern Linckia multifora Lam. parasitierenden Schnecken Stylifer linckiae und Thyca ectoconcha aus Ceylon, beschrieben von den Herren *P.* und *F. Sarasin*. An dieser Stelle mögen als Eingang dieses Jahres auch die Knospen bildenden Exemplare von Linckia erwähnt sein, die in einer Abhandlung derselben Autoren zur Darstellung gekommen sind.

Den Crustaceen widmete wieder Herr Dr. *J. Roux* seine besondere Aufmerksamkeit. Er bestimmte Sammlungen malayischer Crustaceen aus dem Naturhistorischen Museum zu Amsterdam und von Herrn Prof. *P. N. van Kampen* in Leiden, ferner solche von den Kei- und Aru-Inseln, dem Frankfurter Museum gehörig. Hiebei fielen wertvolle Dubletten für unsere Anstalt ab.

Durch die Sammeltätigkeit des Herrn Dr. *W. Bigler* in den Glarner- und Bündneralpen wurde der *Diplopoden*bestand unseres Museums beträchtlich bereichert. Herr *Bigler* bearbeitete als Grundlage für die Erforschung der Tausendfüsser des schweizerischen Nationalparks die westalpinen Diplopoden, wofür ihm ein von Herrn Dr. *Rothenbühler* in Bern überlassenes, reiches Material zur Ver-

fügung stand. Eine Arbeit über diese Studien ist bereits druckfertig. Eine Präparatensammlung wurde als Bestandteil der Myriapodenabteilung von Herrn *Bigler* angelegt.

Der *Spinnen*sammlung nahm sich in gewohnter, umsichtiger Weise Herr Dr. *E. Schenkel* an. Als Geschenke gingen ein Spinnen aus der Umgebung des Nationalparks von Herrn Dr. *W. Bigler*, ferner von Herrn Dr. *A. Huber* solche von xerothermen Lokalitäten bei Basel. Von diesen verdient besonderes Interesse ein Weibchen der sonst nur aus dem Süden bekannten Art Thomisus onustus von Istein. Sehr wertvoll ist eine Sammlung hochalpiner Arachniden, die Herr Dr. *E. Handschin* im Gebiet von Finsteraarhorn, Galenstock und Lischanna sammelte, ungefähr 30 Arten, worunter eine grössere Anzahl neuer und seltener Formen. Skorpione verdanken wir Herrn *R. Graber*.

In der *Entomologischen* Sammlung setzte Herr Dr. *A. Huber* die Neuordnung und Katalogisierung der Orthopteren fort, speziell der Phasmiden und Acridiiden. Bis heute sind 119 Rahmen von Orthopteren bereinigt. Ausserdem wurde die Sammlung schweizerischer Käfer umgestellt und ergänzt. Als Donatoren der Abteilung seien genannt Frau Prof. *Burckhardt-Schatzmann*, Herr *Gerber* und Herr Dr. *A. Huber*.

Ganz besonders hervorzuheben ist aber die in den Besitz des Museums durch Legat übergegangene grosse Lycaenidensammlung des verstorbenen Vorstehers der Abteilung, Herrn Prof. Dr. *L. G. Courvoisier* (vergleiche die Einleitung). Die Sammlung umfasst in fünf Schränken ca. 16,000 Exemplare in 1370 Arten, 869 Nebenformen und 336 Aberrationen; sie stellt damit eine der allerbedeutendsten Kollektionen auf diesem Spezialgebiete dar. Durch die hochherzige Schenkung hat der Testator sich und seiner Hingabe an das Basler Museum ein bleibendes Denkmal gesetzt.

Über zoologische Materialien unseres Museums sind folgende *Arbeiten* erschienen oder im Erscheinen begriffen:

G. Bollinger, Landmollusken von Celebes, Revue Suisse de Zoologie, 1918.

L. Eder, Eine neue Schweizer Helicide, ibid., 1917.

O. Fuhrmann, Cestodes d'oiseaux de la Nouvelle Calédonie et des îles Loyalty, Nova Caledonia, II, Lief. 4, 1918.

L. Johansson, Hirudineen von Neu-Caledonien und den Neuen Hebriden, ibid.

J. Roux, Sur une nouvelle espèce de Palaemon (Parapalaemon) habitant l'île de Bali, Revue Suisse de Zoologie, 1918.

E. Schenkel, Neue Fundorte einheimischer Spinnen, Verhandlungen Naturforsch. Ges. Basel, XXIX, 1918.

Osteologische Sammlung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *H. G. Stehlin.*)

Die osteologische Abteilung hat das Berichtsjahr mit einem bedeutenden Defizit angetreten. Indem der *Freiwillige Museumsverein* ihr einen ausserordentlichen Beitrag von Fr. 2000. — zur Deckung der Auslagen für den im Bericht für 1916 erwähnten Skelettankauf gewährte, ist dasselbe grösstenteils getilgt worden. Für die Vorbereitung der künftigen Schaustellung stand ihr wiederum ein staatlicher Extrakredit von Fr. 1000.— zur Verfügung. Ausserdem ist ein beträchtlicher Teil der laufenden Mittel (inklusive Zins der Rütimeyer-Stiftung) auf beschleunigte Förderung der Präparationsarbeiten verwendet worden. Dagegen hat sich die Sammeltätigkeit, über die wir im folgenden in gewohnter Reihenfolge berichten, den Zeitumständen entsprechend, wie in den Vorjahren in engem Rahmen bewegt.

Im *Keuper* bei Pratteln sind von Präparator *Huber* kleine Wirbeltierreste gesammelt worden; sie harren noch der näheren Untersuchung, gleich wie auch ein Reptilkiefer aus dem *Wellenkalk* bei Schwaderloch, den wir Herrn Dr. *Paul Vosseler* verdanken.

Aus dem *oberen Ludien* von Entreroches am Mormont sind einige Belegstücke durch Präparator *Huber* geschenkt und weitere durch Aufarbeitung alter Rohmaterialbestände gewonnen worden. Es befinden sich darunter bemerkenswerte Kiefer von Amphimeryx collotarsus Pomel und Hyperdichobune spinifera Stehlin.

An einer neuen Fundstelle des *Stampien* in der Gegend von Mümliswyl, deren Kenntnis wir Prof. *Künzli* in Solothurn verdanken, ist eine kleine Ausgrabung unternommen worden, die interessante Resultate ergeben hat. Neben Schildkröten und Krokodilen konnten ein Vogel und 13—14 Säugetierarten festgestellt werden, nämlich zwei Rhinoceriden, ein Suide, ein Dichobunide, zwei Ruminantier, ein Caenotherium, drei bis vier Nager, ein Marsupialier und ein Insectivor. Die Belegstücke sind allerdings von bescheidener Qualität. Besondere Hervorhebung verdienen diejenigen von Metriotherium mirabile Filhol, dem letzten Dichobuniden des europäischen Tertiärs, der bisher nur an französischen Fundstellen nachgewiesen war.

In der Molasse bei der Rickenbacher Mühle, die einer etwas jüngern Phase angehört als die Mümliswyler Fundschicht, hat Präparator *Huber* weiter gesammelt. Neben schönen Belegstücken einiger schon früher festgestellten Arten fand er solche eines neuen Ruminantiers und einer Hyaenodonart.

Eine umfassendere Ausgrabung wurde letzten Sommer in Verbindung mit dem geologischen Institut der Universität Lausanne im *obern Aquitanien* von La Chaux bei Sainte-Croix veranstaltet. Das geborgene Material ist, wenn gleich qualitativ nicht gerade hervorragend, ziemlich umfangreich und ergänzt unsere einheimische säugetierpaläontologische Dokumentation auf das vorteilhafteste. Es verteilt sich auf 10 Nager, einen Insectivoren, einen Didelphiden, 3—4 Carnivoren, einen Suiden, 3—4 Wiederkäuer, zwei Rhinoceriden, zwei Vögel und einige Reptilien. Das vollständigste Stück ist ein zerquetschter Schädel von Rhinoceros (Ceratorhinus) cfr. tagicus Roman, einem kleinen, schlankbeinigen Nashorn. Wissenschaftlich besonders wertvoll ist die lange Reihe von Nagern, da uns diese Microfauna aus dem obern Aquitanien der Schweiz bisher vollständig fehlte. Neben Formen, die von anderwärts bekannt und für den Horizont charakteristisch sind, befinden sich darunter auch mehrere generisch neue. Die Teilung mit dem Museum in Lausanne steht noch bevor.

Den Behörden des Kantons Waadt und der Gemeinde Sainte-Croix, welche uns bei dieser Unternehmung aufs freundlichste entgegengekommen sind, sei auch an dieser Stelle unser verbindlichster Dank gesagt; ebenso den Herren *Ch. Meylan* in La Chaux und Prof. *Th. Rittener* in Sainte-Croix, welche den Leitern der Ausgrabung, Herrn Dr. *Helbing* und Herrn Dr. *Schaub*, beratend und helfend an die Hand gegangen sind.

Einige wenige Eingänge aus dem *Miocän* und dem *Pleistocän* sind in der Geschenkliste aufgeführt. Über die Ergebnisse der eifrigen Sammeltätigkeit, welche Herr Pfarrer *H. Iselin* auch während des Krieges im Pliocän und Pleistocän von Toscana entfaltet hat, hoffe ich nächstes Jahr näheres berichten zu können.

Sehr bedeutend ist der Zuwachs an *recenten Osteologicis* gewesen (186 Katalognummern). Wir verdanken ihn, wie aus der Geschenkliste zu ersehen, zum weitaus grössten Teil unserem bewährten Gönner, Herrn Prof. *Richard Biedermann-Imhoof*, in Eutin. Die prächtigen Serien von Steinbock-, Moufflon- und Bibermaterialien, mit denen er uns erfreut hat, stammen aus dem Nachlasse des eifrigen St. Galler Sammlers Dr. *Girtanner*, welcher Jahrzehnte lang diesen Spezialitäten nachgegangen ist. Anderes, wie die Schädel von Capreolus pygargus Pall., Moschus moschiferus L. und einigen Raubtieren sind willkommene Nachträge zu den Altaïsuiten, die uns Herr *Biedermann* in früheren Jahren verehrt hat. Über die verblüffende Mannigfaltigkeit der Geweihbildung, welche das sibirische Reh auszeichnet, bietet unsere Sammlung nun einen prächtigen Überblick.

Herr Dr. *Leopold Greppin* in Solothurn hat uns diverse einheimische Vögel zur Ergänzung unserer Handsammlung übersandt und gedenkt uns auch fernerhin solche Dienste zu leisten. Ihm und der Direktion des Solothurner Museums, welche in zuvorkommender Weise die Spedition dieser Gaben übernommen hat, sind wir zu grossem Dank verpflichtet.

Wie 1917 sind die Präparatoren *E. Huber* und *F. Zimmermann* das ganze Jahr an der Abteilung tätig gewesen. Dank dieser Beihilfe konnte die Aufarbeitung der paläontologischen Rohmaterialien kräftig gefördert werden. Die Vorräte von Senèze sind nun, bis auf ein aus besondern Gründen zurückgestelltes Hauptstück, fertig präpariert; ebenso verschiedene eocäne und oligocäne Serien. Ferner ist an den Handsammlungen für Säugetier- und Vogelosteologie weiter gearbeitet worden.

Herr Dr. *Schaub* hat die Sichtung und Ordnung der Senèze-Materialien fortgesetzt, Herr Dr. *Helbing* die bis letzten Sommer von Herrn Dr. *Revilliod* besorgte Katalogisierung der recenten Osteologica übernommen.

Der Mobiliarnot der Abteilung konnte durch zwei aus den Mitteln des Museumsbaufonds angeschaffte Schränke und durch die Herstellung einer grossen Anzahl von Tragbrettern, wofür die Mobiliarverwaltung des Baudepartements das Holz zur Verfügung gestellt hat, etwas abgeholfen werden.

Herr *Maurice Leriche*, Professor an der Universität Brüssel, der letzten Sommer nach vierjähriger Gefangenschaft in der Schweiz interniert worden ist, hat seit anfangs November unsere tertiären Fischmaterialien zu Studienzwecken benützt und gleichzeitig eine Revision und Neuetikettierung derselben unternommen, für die wir ihm sehr verpflichtet sind. Zur Rückbeförderung in die Heimat abberufen, hat er seine Arbeit unterbrechen müssen. Er gedenkt aber nach dem Frieden wieder hieher zu kommen, um sie zu Ende zu führen.

Die Herren Drs. *Lebedinsky*, *Schaub* und *Helbing* haben ihre Studien über tertiäre Vögel, über oligocäne und miocäne Muriden und über oligocäne Carnivoren fortgesetzt, aber noch nicht abgeschlossen. Der zweite und Schlussteil von Herrn Dr. *Revilliods* Arbeit über tertiäre Chiroptern ist nahezu druckfertig.

Die einzige im Berichtsjahre aus der Abteilung hervorgegangene Publikation ist eine kleine Notiz des Vorstehers, in der an Hand von Materialien unserer Sammlung ein altes Problematicum neu gedeutet wird:

H. G. Stehlin. Le Pernatherium rugosum P. Gervais, Bull. soc. géol. de France, 1918.

Leider wird uns Herr Dr. *Revilliod* auf Ende dieses Jahres verlassen. Wir können nicht umhin, dem wärmsten Danke für die vortrefflichen Dienste, welche er während fast zehn Jahren der Abteilung geleistet hat, den Ausdruck des Bedauerns beizufügen, dass es uns nicht möglich gewesen ist, ihm eine dauernde Stellung an unserer Anstalt anzubieten.

Geologische Sammlung.

A. Petrographische Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *C. Schmidt.*)

a) *Sammlung alpiner Gesteine.* Herr Prof. *H. Preiswerk* hat seine Untersuchungen im obern Tessin fortgeführt. Seine geologische Karte mit Text wird demnächst von der schweizerischen geologischen Kommission publiziert werden.

Die Sammlung von Gesteinen der Schweizeralpen wurde weiter geordnet durch die Herren Prof. *Preiswerk* und *E. Ritter.* Besonders bemerkenswert ist die Vermehrung derselben durch Aufsammlungen von Talk- und Asbestgesteinen im Wallis und Tessin durch die Herren *C. Schmidt*, *H. Preiswerk*, *H. Tschopp* und *A. Werenfels.* Diese Untersuchungen sind zum Teil im Auftrage des Bergbaubureau des Schweiz. Volkswirtschaftsdepartements ausgeführt worden, da die Verwendung dieser Materialien gegenwärtig von grösster Bedeutung ist.

b) *Lagerstättensammlung.* Die Ausstellungssammlung der nutzbaren Mineralien der Schweiz, welche 1914 in Bern war, und für deren Ankauf der freiwillige Museumsverein einen Beitrag geleistet hat, konnte im hintern geologischen Saale des Museums ausgestellt werden. Unsere Untersuchungen sämtlicher schweizerischer Lagerstätten wurden im Jahre 1918 ganz besonders intensiv weiter gefördert. Den Museumssammlungen ist hiedurch äusserst reichliches Material zugeführt worden.

Von den „Erläuterungen zur Karte der Fundorte mineralischer Rohstoffe“ von *C. Schmidt* erscheint eine bedeutend erweiterte „Edition française“.

B. Indische Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Aug. Tobler.*)

Die Indische Abteilung umfasste bei der Übernahme durch den Berichterstatter zu Beginn des abgelaufenen Jahres folgende 9 Unterabteilungen: 1. Indien Festland, 2. Sumatra, 3. Java, 4. Kleine Sundainseln, 5. Borneo. 6. Celebes und Ceram, 7. Japan, 8. Mittel-Amerika, 9. Allgemeine Geologie.

a) *Wissenschaftliche Arbeiten. Sumatra.* In erster Linie ist die Sammlung aus *Djambi* im abgelaufenen Jahre Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung gewesen.

Bis auf zwei Suiten, von denen unten die Rede sein wird, sind alle Djambimaterialien, die an auswärtige Gelehrte geschickt worden waren, wieder in Basel eingetroffen. Infolge des Krieges, speziell aber infolge des Hinschiedes von Prof. *F. Frech* in Breslau, sind die Materialien nur zum Teil bearbeitet worden. Die Untersuchung der unbearbeitet gebliebenen Teile hat der Berichterstatter selbst an Hand genommen.

Noch im Auslande befinden sich folgende zwei Suiten: 1. Permocarbone und tertiäre Hölzer und 2. Permocarbone Blattabdrücke. Die erste wird von Dr. *R. Kräusel* am botanischen Institut der Universität Breslau untersucht, die zweite ist von Dr. *J. W. Jongmans* am Rijks Herbarium in Leiden bearbeitet worden. Der Berichterstatter hat zur Arbeit von Dr. *Jongmans* eine geologische Einleitung beigesteuert.

Wie im Bericht über das Jahr 1914 vom damaligen Vorsteher der Indischen Abteilung mitgeteilt worden ist, hat Herr Dr. *E. Baumberger* die Fossilien aus den Mattschiefern von Djambi zur Bearbeitung übernommen. Die Bearbeitung ist, wie Herr Dr. *Baumberger* mitteilt, durchgeführt bis auf die Bivalven- und Gastropodenfauna von Bukit Telasi, die aus so fremdartigen Formen besteht, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, in der Literatur Beschreibungen zu finden, die zum Vergleich herangezogen werden könnten.

In zweiter Linie ist zu nennen die Sammlung aus dem Padanger Oberland und aus Indragiri. Nachdem schon im Jahre 1917 ein Teil dieser Sammlung (Perm von Goegoek Boelat) wissenschaftliche Bearbeitung erfahren hat, wurden im Berichtsjahr Herrn Prof. *C. Schmidt* diejenigen Suiten übergeben, die der Berichterstatter seinerzeit aus den Batang Hari- und Sanggirdistrikten mitgebracht hat. Herr Prof. *Schmidt* hat in dankenswerter Weise mit der Bearbeitung dieses Materiales einen seiner Schüler, Herrn cand. phil. *H. Kugler*, betraut.

Kleine Sundainseln. Die Sammlung aus den kleinen Sundainseln, bestehend im wesentlichen aus Materialien, die Herr Dr. *J. Pannekoek van Rheden* auf Sumbawa und Flores gesammelt hat. ist im abgelaufenen Jahr neuerdings Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung geworden, wiederum dank dem Interesse, das Herr Prof. *C. Schmidt* noch immer unserer Abteilung entgegenbringt. Zwei seiner Schüler, die Herren cand. phil. *M. Hühnerwadel* und cand. phil. *F. Drescher*, haben petrographische Studien begonnen,

der erste über Gesteine aus dem nördlichen Mittel-Sumbawa, der zweite über solche aus Flores.

Die im letzten Jahresbericht erwähnte Arbeit des Herrn Dr. *J. Pannekoek van Rheden* ist erschienen in der Zeitschrift für Vulkanologie Band IV unter dem Titel: Geologische Notizen über die Halbinsel Sanggar, Insel Sumbawa (Niederländisch Ost-Indien) mit Anhang-Notiz über einige foraminiferenführende Gesteine von der Halbinsel Sanggar (Sumbawa) von *Aug. Tobler.*

b) *Zuwachs.* Herr Prof. Dr. *Max Reinhard* in Genf hat eine Suite von Tertiärgesteinen und Tertiärfossilien aus Atjeh (Nord-Sumatra) geschenkt, und Herr Dr. *J. Stauffacher* in Basel hat unserer Abteilung eine Gesteinssuite zukommen lassen, die er auf javanischen Vulkanen gesammelt.

c) *Ordnungs- und Präparationsarbeiten.* Das Sumatramaterial, speziell die Sammlung aus Djambi, hat viel Zeit und Mühe in Anspruch genommen. Vorerst wurde das für das Niederländisch-Indische Bergamt und für die Technische Hochschule in Delft bestimmte Material ausgeschieden. Alsdann wurde der ganze Bestand gegliedert in eine topische Belegsammlung (1½ Schrank), eine stratigraphisch-paläontologische Sammlung (1½ Schrank), eine petrographische Sammlung (½ Schrank) und eine Lagerstättensammlung (Erze, Kohlen, Mineralien) (½ Schrank). Die beiden ersten Sammlungen sind numeriert und katalogisiert worden, die übrigen werden im nächsten Jahr an die Reihe kommen. Zu erwähnen bleibt, dass eine grosse Anzahl von Anschliffen und Dünnschliffen ausgeführt worden ist.

Die in frühern Jahren von den Herren Dr. *G. Niethammer* und Dr. *M. Mühlberg* geschenkten Materialien aus Borneo, Japan und Mittelamerika sind ausgepackt und vorläufig geordnet worden. Die definitive Präparation, Etikettierung und Ordnung dieses umfangreichen Materials wird nach Erledigung der sumatranischen Sammlungen in Angriff genommen werden.

Die Ordnungs- und Präparationsarbeiten wurden vom Berichterstatter unter Assistenz seines Privatgehilfen und zeitweiliger Mitwirkung der Herren cand. phil. *H. Kugler* und cand. phil. *H. Tschopp* ausgeführt.

C. Alpin-sedimentäre Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Prof. *A. Buxtorf.*)

Bestand der Sammlungen. Der Bestand der Sammlungen hat im verflossenen Jahre eine kleine Vermehrung durch Geschenke erfahren. Wir erhielten von Herrn cand. geol. *Ernst Lehner* eine

Anzahl Belegstücke (Gesteinsproben und Fossilien) aus dem Oberen Lias (Toarcien) von Vättis im Calfeusental (St. Gallen); von Herrn *Probst-Siegwart* einen Ammoniten (Perisphinctes) aus den Oxfordschiefern der Erzegg (Kt. Obwalden); endlich vom Vorsteher Belegstücke zu geologischen Aufnahmen im Pilatusgebiet, gesammelt anlässlich der Aufnahmen für die Schweizerische geologische Kommission im Sommer 1918.

An Herrn Dr. *Horwitz*, Schüler von Herrn Prof. *Lugeon* in Lausanne, sind seit Sommer 1916 eine grössere Anzahl Belegstücke (ca. 400 Nummern) aus den Freiburger Alpen (Sammlung *Gilliéron*) zur Bearbeitung ausgeliehen worden. Eine Rücksendung war für dieses Jahr in Aussicht gestellt, dürfte aber wohl erst im kommenden stattfinden.

Die *Ordnungsarbeiten* innerhalb der Bestände sind leider nicht vorwärts geschritten und zwar sind hieran die mannigfachsten anderen Verpflichtungen schuld, die die ganze Arbeitskraft und -Zeit des Vorstehers beanspruchten und ihm keine Möglichkeit liessen, sich ausgiebig den Museumsarbeiten zu widmen.

D. Mesozoisch-jurassische (ausseralpine) Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *E. Greppin.*)

Im Berichtsjahre war es möglich, eine Reihe von Ordnungsarbeiten auszuführen, die bisher aus Zeitmangel unterblieben waren. So wurden die Belege zu den geologischen Aufnahmen der Siegfriedkartenblätter der näheren und weiteren Umgebung von Basel (ca. 35 Blätter) katalogisiert und die zahlreichen Objekte so versorgt, dass jedes gewünschte Stück leicht und schnell aufzufinden ist. Des weiteren wurden die Originalien, welche bisher in ca. 1200 Schubladen zerstreut waren, in einem einzigen Schranke vereinigt.

Was den Zuwachs angeht, so wurden im Zettelkatalog 950 Eintragungen vorgenommen, entsprechend 2030 Individuen. Nicht inbegriffen ist dabei das vom Berichterstatter gesammelte reichhaltige Material aus den interessanten geologischen Profilen, welche durch den Bau der Militärstrassen und Befestigungsanlagen im Hauensteingebiet und längs der elsässischen Grenze blossgelegt worden sind.

Besondere Erwähnung verdient das schöne Geschenk des Herrn Dr. *R. Suter*, die gesamte Belegsammlung zu seiner Dissertation über die Geologie der Umgebung von Maisprach, Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, XXVI, 1915. Unserem langjährigen Donator, Herrn Dr. *Frz. Leuthardt*, verdanken wir eine Fossilserie aus den Variansschichten der Um-

gebung von Trimbach und aus dem Hauenstein-Basistunnel, Herrn *Georg Schneider* 21 guterhaltene Korallen aus dem Korallenkalk von Kleinlützel, Ammoniten aus den Ancepsschichten des Fricktales und ganz besonders diverse für unsere Sammlungen neue Arten aus den Crenularisschichten der Steinbrüche von Rümikon und Mellikon. Aus letzterer Lokalität hat uns auch die Direktion der Schweizerischen Sodafabrik in verdankenswerter Weise eine wertvolle Sendung, meistens Ammoniten, zukommen lassen. Dem Berichterstatter war es möglich, aus den Crenularisschichten der beiden genannten Lokalitäten eine Fauna mit 76 Arten festzustellen, und es liegt berechtigte Hoffnung vor, dieselbe noch bedeutend zu erweitern.

Ein prächtiges Exemplar der Oppelia semifalcata Oppel aus den Geissbergschichten verdanken wir Herrn Dr. *Paltzer*, den Herren Präp. *Huber* und *J. Stuber* Fossilien aus dem Callovien von Anwil, dem Oxford von Liesberg und den Birmensdorferschichten von La Vraconne bei Ste. Croix.

Durch den Ankauf einer Petrefaktensammlung konnten ca. 600 Petrefakten der Abteilung zugeführt werden. Erwähnenswert sind folgende Objekte: 2 Exemplare von Encrinus liliiformis mit Kronen und Stiel von Erkerode bei Elm, Braunschweig, ein tadellos erhaltenes Exemplar von Clypeus rostratus Ag. aus dem Dogger des Fricktales, viel schöner als das Original von *Agassiz*, das sich in unseren Sammlungen befindet, dann aus dem Schwäbischen Jura: Arietites bisulcatus und Pholadomya fraasi, eine Reihe recht guter Ammoniten und Brachiopoden und endlich Korallen aus den oberen Juraschichten von Nattheim.

Zur Vervollständigung der Fauna des Oxfords aus dem Aargauer Jura wurde auch dieses Jahr ein grösseres Quantum Rohmaterial herbeigeschafft, dessen Verarbeitung ein gutes Resultat ergeben hat.

Die Kalkspongien, welche wir seiner Zeit Herrn Dr. *Oppliger* zur Bearbeitung übergaben, sind wieder in unsern Besitz zurückgekehrt. Herr *Oppliger* schreibt darüber, dass diese Sammlung, mit Ausnahme einer einzigen Art, sämtliche Vertreter der schweizerisch-jurassischen Kalkspongien enthalte, und dass die Exemplare zu den besten vorhandenen gehören. Der Bestand setzt sich aus 685 Individuen zusammen, welche 10 Gattungen mit 30 Arten repräsentieren.

Der Zettelkatalog hat einen Zuwachs von 262 Zetteln erhalten und setzt sich heute aus 11,505 Nummern zusammen. Die Originaliensammlung ist ebenfalls um 2 Stücke reicher geworden, eine Ceromya egerkingensis Gerber (in Beiträge zur Kenntnis der

Gattungen Ceromya und Ceromyopsis, Abhandlungen der Schweiz. pal. Ges. Bd. XLIII, pl. 1, Fig. 1) und eine Ostrea planaria Merian aus dem Glypticien (in *Rollier,* Fossiles nouveaux, Verhandlungen der Schweiz. pal. Gesellschaft, Bd. XLII, pl. 39, Fig. 1).

E. Mesozoisch-cretacische (ausseralpine) Abteilung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *E. Baumberger.*)

Ordnungs- und Bestimmungsarbeiten sind im Berichtsjahr in diesen Sammlungen nicht vorgenommen worden. Die Bestände haben keinen grossen Zuwachs erhalten. Geschenkt wurde von Herrn *Nünlist* in Balsthal ein gut erhaltener Acanthodiscus radiatus aus den Hauterivienmergeln von Cressier (Neuenburg). Eine grössere Kollektion Fossilien aus allen Kreidestufen von Auberson bei Ste. Croix, insbesondere mit interessanten Formen aus dem Albien, ist kurz vor Abschluss des Berichtsjahres zum Kaufe angeboten worden; sie ist noch nicht durchbestimmt und geordnet; wir berichten das nächste Jahr näheres darüber.

F. Tertiäre und Quartäre (ausseralpine) Abteilung und Sammlung fossiler Pflanzen.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *E. Baumberger.*)

Alle drei Sammlungen haben im Berichtsjahr eine bedeutende Vermehrung erfahren, insbesondere die tertiäre. In dem zur Unterbringung dieser Sammlungen zur Verfügung stehenden Raum ist ein empfindlicher Platzmangel eingetreten. Trotzdem der Vorsteher der Besorgung und Verwaltung der Sammlungen bedeutend mehr Zeit zuwenden konnte als in früheren Jahren, indem der Erziehungsrat in verdankenswerter Weise ihn in der Schule zugunsten der Museumsarbeiten entlastete, konnten die angefangenen Bestimmungsarbeiten nicht in dem erwünschten Umfang weitergeführt werden; die Präparation und Einordnung der vielen eingegangenen Materialien haben die meiste zur Verfügung stehende Zeit in Anspruch genommen. Es bot sich dieses Jahr auch nicht Gelegenheit, die Ordnungsarbeiten unter Zuziehung geeigneter Assistenz durchzuführen. Dagegen ist ein schon lange geäusserter Wunsch, es möchte die Besorgung der in den letzten Jahren ganz bedeutend vermehrten phytopaläontologischen Sammlungen durch eine neue Kraft übernommen werden, mit diesem Jahr in Erfüllung gegangen. Herr Dr. *A. Oes* hat deren Verwaltung übernommen. Über die einzelnen Sammlungen ist folgendes zu berichten:

1. Sammlung von Belegstücken und Mollusken ausseralpiner Tertiärbildungen. a) *Eocaen.* Im Winter 1917/18 wurde in Les Rondez bei Delsberg ein neuer Erzschacht abgeteuft. Der Vorsteher hat die Arbeiten daselbst von Anfang an verfolgt, ein genaues Schachtprofil aufgenommen und systematisch Belegstücke sämtlicher Schachtgesteine gesammelt. In der neuen Schausammlung für Geologie wird aus diesen Materialien ein Bohnerzschacht in naturgetreuer Darstellung aufgebaut werden. An ausländischen Materialien sind zu nennen: Fossilien von Buchsweiler, geschenkt von Herrn Dr. *H. Stehlin.*

b) *Oligocaen.* Die meisten Eingänge an Fossilien und Gesteinsproben stammen aus unsern ältesten Molassebildungen. Herr Dr. *H. Stehlin* übermittelte die zahlreichen, systematisch aufgesammelten Belegstücke zu den Schürfprofilen am Fusse der Ravellenfluh ob Oensingen, ebenso die mit den Herren Drs. *S. Schaub* und *H. Helbing* gesammelten reichen Belegmaterialien zur Profilaufnahme an der „Brochenen Fluh" bei Waldenburg. Herrn Dr. *Stehlin* verdanken wir ferner Gesteinsproben mit Fossilresten von Aedermannsdorf im Dünnerntal, Herrn Dr. *S. Schaub* Fossilien und Handstücke aus den Ramondi-Kalken von Tönilöchli bei Beinwil (Solothurn), Herrn *Nünlist* in Balsthal mitteloligocäne Unioniden von der Erzmatt südlich Balsthal. Herr Prof. *Buxtorf* schenkte Proben von Süsswasserkalk mit Fossilien vom Rheinufer beim Hörnli (Grenzach), ferner verschiedene Tertiärgesteine aus dem Laufenerbecken. Herr Direktor *Gerster* in Laufen übersandte zwei Schalenexemplare von Cyprina rotundata aus der Lettengrube südlich Laufen. An der Scheulte östlich Delsberg sammelte der Vorsteher im Sannoisien, unserm ältesten Oligocän, Belegstücke der als „Raitsche" bezeichneten Süsswasserkalke.

An ausländischen Materialien ist zu nennen: eine wertvolle grössere Sammlung von typischen Gesteinsproben und gut erhaltenen Fossilien aus dem Mainzerbecken, geschenkt von Herrn cand. phil. *Ernst Ritter.*

c) *Miocän.* Auch für diese Stufe ergibt sich eine namhafte Vermehrung. Herr Prof. *Buxtorf* schenkte Süsswasserkiesel als Rollsteine mit eingeschlossenen Planorben aus den Wanderblöcken der Kastelhöhe bei Grellingen, Dr. *E. Baumberger* Braunkohlen aus dem wieder eröffneten Kohlenbergwerk am Sonnenberg (Burdigalienstufe) bei Littau, ferner fossilführende Süsswassermergel aus dem Liegenden des abgebauten Kohlenflötzes. Herr cand. phil. *Weckerle* übermittelte den Sammlungen diverse Gesteinsproben aus der Oehningerstufe der Lokalität Le Verger in Locle. Von ganz besonderer Bedeutung sind die schönen miocänen Materialien

vom Nebelberg bei Nunningen (Solothurn), die wir Herrn Dr. *H. Stehlin* verdanken. Sie bilden eine wertvolle Ergänzung der gleichaltrigen Bestände von Anwil in Baselland.

2. *Quartärsammlung.* Ein Teil der Belegmaterialien zu der von Dr. *K. Strübin* und Dr. *M. Käch* veröffentlichten Arbeit über die Verbreitung der erratischen Blöcke im Baslerjura (vergl. Verhandlg. Naturf. Ges. Basel XV und Nachträge XIX und XXV) ist schon früher der Quartärsammlung geschenkt worden. Aus den Sammlungen des Herrn Dr. *K. Strübin* sind nun dem Museum weitere 54 Belegstücke von Erratikern aus dem genannten Gebiet übergeben worden. Herrn Prof. *Buxtorf* verdanken wir ein Handstück Nummulitenkalk von einem Erratiker bei Birmenstorf (Aargau). Der Vorsteher der Abteilung hatte Gelegenheit, im Sommer 1918 bei Anlass der Schürfungen auf Schieferkohlen in Dürnten (Zürich) systematisch Kohlenproben und in den verschiedenen Mergelhorizonten der die Kohlen enthaltenden Diluvialbildungen Pflanzenreste und eine interessante Schneckenfauna interglacialen Alters zu sammeln. Die Präparation der vorherrschend kleinen Schalen hat sehr viel Zeit in Anspruch genommen. Ferner haben unsere Bestände an subfossilen Mollusken einen bedeutenden Zuwachs erhalten durch Materialien, die der Vorsteher im Löss von Allschwil, in den postglacialen Kalktuffen von Leuzigen (Bucheggberg) und in der Seekreide des Torfmoors westlich Eschenbach (St. Gallen) gesammelt hat. Die Fauna des Kalktuffs von Leuzigen ist in zuvorkommender Weise von Herrn Dr. *G. Bollinger* bestimmt worden. Für die Ankäufe (meist von Präparator *E. Huber*) siehe die Anhangsliste).

3. *Phytopalaeontologische Sammlung.* Herr Dr. *A. Oes* berichtet, dass er die oligocäne Flora von Basel und Umgebung in Bearbeitung genommen habe. Herrn Dr. *A. Jeannet* in Zürich verdanken wir Oligocänpflanzen vom Buchberg am obern Zürichsee, Herrn Direktor *Gerster* in Laufen einen Coniferenzapfen aus den blauen Letten von Laufen (neu für diesen Horizont), Herrn Dr. *Baumberger* Dryandra schranki aus den blauen Letten von Allschwil (neu für diesen Horizont), Herrn *Nünlist* in Balsthal ein schönes Cinnamomumblatt aus dem stampischen Sandstein der Erzmatt ob Balsthal. Herr Dr. *S. Schaub* sammelte im Schilfsandstein von Hemmiken und übergab seine Ausbeute dem Museum; von Herrn Prof. *Buxtorf* erhielten wir mehrere Handstücke mit Carbonpflanzen (Stephanien von Haut d'Arbignon und Lac de Fully im Wallis).

Mineralogische Sammlung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Th. Engelmann.*)

Über den Zuwachs der Mineralogischen Abteilung im abgelaufenen Jahre ist folgendes zu sagen:

Unter den Ankäufen erwähnen wir ein meterhohes Exemplar eines Salzbohrkernes aus der Bohrung von Rietheim bei Zurzach. Herr Prof. *Schmidt* hat eine Anzahl solcher Kerne in auschaulicher Weise in Glasgehäusen montieren lassen. Da bei neueren Bohrungen infolge anderer Technik keine solchen Kerne mehr zu Tage gefördert werden, schien es dem Vorsteher richtig, eines dieser Stücke in der Mineralogischen Abteilung zur Aufstellung zu bringen.

Von schweizerischen Mineralien erwarben wir durch Vermittlung des Herrn Prof. *Buxtorf* einige Stücke des bekannten Vorkommens von grünem Flusspat von Giebelbach bei Fiesch; ferner Adular mit Chlorit und Sphen vom Kehrtunnel der Furkabahn unterhalb Gletsch; Bergkristall mit Epidot und Asbest von Guttannen; diese Stücke sollen von einem Funde herrühren, der beim Ausbeuten einer Asbestgrube zur Eternitdarstellung daselbst gemacht wurde; weiter eine Gruppe von grünen Granaten von der Rymphischweng bei Zermatt. Im zweiten Simplontunnel sind prächtige blaue Anhydritkristalle gefunden worden. Schon im ersten Tunnel kamen solche Anhydrite an einer Stelle zu Tage, und wir besitzen bereits in der Sammlung ein solches Stück vom Jahre 1905. Herr *Hans Sulger* konnte nun diesen Herbst vom Eigentümer des neuen Fundes, einem Tunnelingenieur, eine Anzahl sehr schöner Proben erwerben. Wir erwähnen ferner eine Serie von Silbererzen aus den alten Bergwerken des benachbarten Schwarzwaldes. Die Stücke tragen noch die Bezeichnungen der alten Gruben, aus denen sie stammen. Es sind dies unter anderem Stücke aus der Grube Sophia bei Wittichen, aus der Grube Wenzel bei Wolfach, aus der Grube Güte Gottes bei Wittichen, aus der Grube Friedrich Christian zu Wildschappach. Bekanntlich liessen die Fürsten zu Fürstenberg, die Eigentümer dieser Gruben waren, in den Jahren 1700—1790 Medaillen und Münzen aus diesem Silber prägen, die heute zu den gesuchtesten numismatischen Seltenheiten gehören.

Von den weiteren Ankäufen erwähnen wir noch eine Anzahl grösserer und kleinerer Topasgerölle aus Brasilien und eine Partie der seltenen Zinnobergerölle von Tegora bei Sarawak, Borneo.

An Geschenken erhielten wir von Herrn Präparator *Huber* eine grosse Gruppe von linsenförmigen Kalkspatkristallen von Moutier, vom Vorsteher eine Stufe von blauen Baryt- mit roten

Kalkspatkristallen von Cumberland, ferner beidseitig gut ausgebildete Quarzkristalle von Suttrop, Westfalen, endlich ein Vorkommen von Humboldilith (Sommervillit) vom Monte Somma, Vesuv.

Bibliothek.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *H. G. Stehlin.*)

In der Absicht, seine reichhaltige Lycaenidenbibliothek der Vaterstadt zu erhalten, hat unser verstorbenes Mitglied Herr Prof. *L. G. Courvoisier* in seinen letztwilligen Verfügungen dem Naturhistorischen Museum ein Vorkaufsrecht an dieselbe eingeräumt. Da wir über keinerlei Mittel zur Äufnung unserer Museumsbibliothek verfügen, hat sich die Verwaltung der Universitätsbibliothek in sehr verdankenswerter Weise bereit finden lassen, als Käuferin für uns einzuspringen. Die grösseren Werke sind auf der Universitätsbibliothek aufgestellt worden, können aber, sobald sich das Bedürfnis darnach zeigt, als ständiges Depositum ins Museum übergeführt werden. Die Broschürenserien sind der Museumsbibliothek überwiesen und in den Katalog derselben eingereiht worden. Ein von Prof. *Courvoisier* angelegter Spezialkatalog gibt über den Gesamtbestand der Lycaenidenbibliothek Aufschluss.

Weiteren Zuwachs erhielt die Bibliothek im Berichtsjahre durch Frau Dr. *Gutzwiller*, Herrn Professor *Buxtorf* und den *Vorsteher.*

Die Bibliotheksrechnung schliesst vorläufig mit einem Defizit von Fr. 240.—.

Dem Museumsarchiv sind von Frau Dr. *Gutzwiller* die Briefe von *Arnold Escher von der Linth* an *Andreas Gutzwiller* übergeben worden.

Dem Danke an die hohen Behörden, den wir schon eingangs ausgesprochen haben, fügen wir den Wunsch bei, sie möchten auch fernerhin unserem Museum ihre wohlwollende Gesinnung bewahren, und desgleichen empfehlen wir unsere Anstalt dem Interesse der Einwohnerschaft Basels.

Verzeichnis des Zuwachses des Naturhistorischen Museums im Jahre 1918.

Zoologische Sammlung.

Säugetiere.

a) Geschenke.

Herr Prof. Dr. *R. Biedermann-Imhoof*, Eutin: Säugetierbälge aus dem Altai, neu für die Sammlung Putorius pygmaeus All., Ellobius talpinus tancrei Blas., Eutamias asiaticus Gm.; 8 Bälge von Capra ibex L. von verschiedenem Alter aus dem Park Peter und Paul und 5 Bälge verschiedener Altersstadien von Ovis musimon aus Sardinien.

" Dr. *A. Binz*, Basel: Albino der Schermaus, ♂, Reinach.

" *W. Brenner*, Chur: Alpenhase im Sommerkleid, ♂, Prättigau.

" *G. von Burg*, Olten: Bälge kleiner Raub- und Nagetiere aus dem bündnerischen Münstertal.

" Prof. Dr. *A. Buxtorf*, Basel: Rhinolophus hipposideros (Bechst.), ♂, Nidwalden.

" Dr. *A. David*, Basel: Felis pardus leopardus Schr., ♂, Fashoda.

" Prof. *A. Dubois*, Neuchâtel: Eliomys quercinus (L.), ♀.

" *W. Schindelholz*, Reinach: Verschiedene kleine Säugetiere aus der Gegend von Reinach.

" Dir. *A. Wendnagel*, Basel: Kleine Raub- und Nagetiere, gefangen im Zoologischen Garten.

" *W. B. White*, Basel: Midas ursulus E. Geoffr., ♂, Brasilien.

" *Fr. Zimmermann*, Basel: Sorex araneus tetragonurus Herm., ♀, Liesberg.

Tit. *Zoologischer Garten*, Direktion: Alpenhase im Uebergangskleid, ♂, Lax, Wallis.

b) Ankäufe.

Tapirus americanus Briss., ♀ (Zoolog. Garten); Galera barbara L., Brasilien; Hydrelaphus inermis Sw., var., Korea; Gruppe von Sciurus vulgaris L., normal und Albino, Schweiz (G. Schneider); verschiedene Arten von Nagetieren aus Anwil und Hochwald.

Vögel.

a) Geschenke.

Herr *G. von Burg*, Olten: Diverse schweizerische Arten, darunter Passer italiae (Vieill.) var. subalpina aus dem Münstertal, 9 Exemplare.

Herren Drs. *H. Helbing* und *S. Schaub*, Basel: Spechtschmiede aus dem Torfmoor von La Chaux bei Ste-Croix.

Herr *E. Merz*, Basel: Podicipes fluviatilis (Tunst.), ♀, juv., Basel.

Frau *M. Moser-Massini*, Basel: 3 papuasische Arten, 2 für die Sammlung neu, 1 neue Gattung Xanthotis.

Tit. *Ornithologische Gesellschaft*, Basel: Gruppe von 3 Pyrrhocorax alpinus Vieill., vom Bätzberg am Gotthardmassiv (2 ♂, 1 ♀).

Herr Dr. *P. Sarasin*, Basel: Buteo buteo (L.), ♂, Riehen.

„ *E. Schmutz*, Basel: Gallinula chloropus L., ♂, ♀ und juv., Neudorf.

„ *J. Stuber*, Basel: 2 einheimische Arten.

„ *A. Wendnagel*, Direktor des Zoologischen Gartens, Basel: 5 einheimische Arten, teilweise mit Nest.

Tit. *Zoologische Anstalt*, Basel: 2 einheimische Arten.

b) Ankäufe.

Oedemia fusca (L.), ♂, ♀, im Übergangskleid, von Horn am Bodensee (E. H. Zollikofer, St. Gallen); Albinos von 4 einheimischen Arten (G. Schneider, Basel); 9 chinesische Arten, wovon 6 für die Sammlung neu (Naturhistorisches Museum, Freiburg); Ocydromus earli Gray, Neu-Seeland, neu für die Sammlung (Rosenberg, London).

Reptilien und Amphibien.

a) Geschenke.

Herr Prof. Dr. *R. Biedermann-Imhoof*, Eutin: 4 deutsche Arten.

„ *R. Graber*, Basel: 1 schweizerische Art.

„ Dr. *Ed. Graeter*, Basel: 2 Arten aus Val Maggia.

Tit. *Naturhistorisches Museum, Freiburg*, Schweiz: 13 chinesische Reptilienarten und 1 Amphibienart, neu für uns 2 Gattungen (Tapinophis und Achalinus) und 9 Species.

Tit. *Senckenbergisches Naturhistorisches Museum*, Frankfurt a/M.: 8 Larven von 2 Froscharten aus dem Ostindischen Archipel.

Herr *J. Stuber*, Basel: 1 Art aus Anwil.

Tit. *Zoologischer Garten*, Basel, Direktion: 8 Reptilien- und 3 Amphibienarten.

b) Ankäufe.

Chamaeleon oustaleti Mocq., ♂, montiert.

Fische.

Geschenke.

Herr Prof. Dr. *C. Schmidt*, Basel: Callomystax schmidti Volz, Typus, aus Zentral-Sumatra.

Wirbellose Tiere.

Geschenke.

Herr Dr. *W. Bigler*, Basel: Diplopoden aus den Glarner und Bündner Alpen; Spinnen aus der Umgebung des Nationalparks.
„ Dr. *P. Bohny*, Basel: Mollusken des westlichen Mittelmeeres und der Canaren (14 neue Arten).
„ Dr. *G. Bollinger*, Basel: Nordische Mollusken (4 neu).
„ Dr. *E. Bütikofer*, Basel: Dubletten der Molluskensammlung aus dem Nationalpark (9 Arten neu).
Frau Prof. *Burckhardt-Schatzmann*, Basel: Einheimische Coleopteren.
Herr Prof. *L. G. Courvoisier*, Basel, Legat: Umfangreiche Sammlung von Lycaeniden.
„ Dr. *L. Eder*, Basel: Mollusken aus dem Tessin, ca. 160 Arten, 3 Arten neu für uns.
„ *Gerber*, Muttenz: Einheimische Libellen.
„ *R. Graber*, Basel: Euscorpius italicus (Hrbst.), Brissago.
„ Dr. *E. Handschin*, Basel: Hochalpine Arachniden, ca. 30 Arten.
„ *A. Hoffmann*, Nossi Bé: Insekten aus Madagaskar.
„ Dr. *A. Huber*, Basel: Spinnen, Isopoden, Myriapoden und Lepidopteren der Umgebung von Basel.
„ Prof. *P. N. van Kampen*, Leiden: Malayische Crustaceen, 2 neu für uns.
„ Prof. *M. Musy*, Freiburg: Astacus pallipes (Ler.) aus dem Kanton Freiburg.
Tit. *Naturhistorisches Museum*, Amsterdam: Malayische Süsswasser-Crustaceen, 2 neu für uns.
Herr Dr. *J. Roux*, Basel: Ascaris lumbricoides.
Herren Drs. *P.* und *F. Sarasin*, Basel: Landmollusken der zweiten Celebesreise, 22 für uns neu; Typen von Stylifer linckiae Sar. und Thyca ectoconcha Sar., Ceylon; Kometenformen von Linckia multifora Lam.

Osteologische Sammlung.

a) Geschenke.

Herr Dr. *E. Baumberger*, Basel: Pferdezahn von Utznach.

„ *Alfred Bay*, Bipp: Schädel von Vulpes vulpes (L.).

„ Prof. *R. Biedermann-Imhoof*, Eutin: 5 Skelette und 9 Schädel von Castor fiber L.; 55 Schädel von Capra ibex L. (♂ ♀ alt und jung); 2 Skelette und 9 Schädel von Ovis musimon Schreb.; 8 Schädel von Ovis aries L. var. von Canea (Kreta); 2 Schädel von Capra hircus L. var. von Sardinien; 2 Schädel von Sus scropha sardous Strobel; 16 Geweihe, wovon 7 mit Schädel, von Capreolus pygargus Pall.; je 2 Schädel von Putorius alpinus Gebler, von Putorius (Lutreola) sibiricus Pall. und von Ochotona spec.; 3 Schädel und Skeletteile von Moschus moschiferus L.; je ein Schädel von Canis lupus L., Vulpes vulpes (L.), Lutra lutra (L.), Genetta genetta rhodanica Matschie und Papio (Hamadryas) hamadryas L.; 2 Gehörne von Gazella gutturosa Guld.; Spiritusexemplare zum Skelettieren von Ochotona spec. und Cricetus cricetus (L.).

„ *Walter Brenner*, Chur: Kadaver von Lepus timidus varronis Miller.

„ *G. von Burg*, Olten: 6 Schädel von Vulpes vulpes (L.); 1 Schädel von Capreolus capreolus (L.); 3 Schädel von Sciurus vulgaris L.; Stirnstück von Capra hircus L. (Abnormität).

„ Prof. *Auguste Dubois*, Neuenburg: Kadaver von Eliomys quercinus (L.).

„ Dr. *Eduard Gräter*, Basel: Kadaver von Erinaceus europaeus L.

„ Dr. *Eduard Greppin*, Basel: Geweihstange von Cervus elaphus L. aus der Niederterrasse von Grenzach.

„ Dr. *Leopold Greppin*, Rosegg (Solothurn): Kadaver von Certhia brachydactyla Brehm, Erythacus rubecula L., Parus major L., Emberiza citrinella L., Sitta europaea L.

„ Präparator *E. Huber*, Basel: Kadaver von Turdus merula L.; Säugetierreste von Entreroches und Rickenbach; Selachierzähne aus der miocänen Molasse von Sainte Croix.

„ Cand. phil. *E. Lehner*, Basel: Zahn von Hyotherium aus dem Miocän von Nunningen (Solothurn).

„ Dr. *S. Schaub*, Basel: Kadaver von Cavia porcellus L.

„ *W. Schindelholz*, Reinach: Schädel von Arvicola terrestris exitus Miller.

Herr Dr. *K. Stehlin*, Basel: Säugetierreste aus mutmasslich gallischen Gräbern beim Wenkenhof, aus der gallischen Station bei der Gasfabrik, und aus einer mittelalterlichen Kulturschicht bei der vordern Ruine auf dem Wartenberg.

„ Dr. *P. Vosseler*, Basel: Reptilkiefer aus dem mittleren Wellenkalk am Rheinufer bei Schwaderloch.

„ *W. B. White*, Basel: Kadaver von Midas ursulus E. Geoffroy.

„ Präparator *F. Zimmermann*, Basel: Skeletteile von Regulus regulus L. und Podicipes fluviatilis (Tunst.).

Tit. *Zoologischer Garten*, Direktion: Kadaver von Felis pardus leopardus L., Lepus timidus varronis Miller, Sciurus vulgaris L., Putorius ermineus L., Speotyto cunicularia Mol., Pica pica (L.).

b) Ankäufe.

Wirbeltierreste aus dem Keuper von Pratteln, dem Oligocän von La Chaux (Waadt), Rickenbach und Mümliswyl (Solothurn), dem Pleistocän von Münchenstein.

Skelette von Tapirus americanus Brisson und Mycteria spec.

Geologische Sammlung.

a) Geschenke.

Herr Dr. *E. Baumberger*, Basel: Gesteine aus einem Erzschacht bei Delsberg; oligocäne Süsswasserkalke aus der Gegend von Delsberg; Schieferkohlen und andere Belegstücke von Dürnten; Materialien aus dem Löss von Allschwil, von Leuzigen und von Eschenbach; Braunkohlen und andere Belegstücke vom Sonnenberg bei Littau; Dryandra aus dem blauen Letten von Allschwil.

„ Prof. Dr. *A. Buxtorf*, Basel: Belegstücke zu geologischen Aufnahmen im Pilatusgebiet; Süsswasserkalk vom Rheinufer bei Grenzach; Tertiärgesteine aus dem Laufener Becken; Nummulitenkalk von Birmenstorf; Süsswasserkiesel von der Kastelhöhe; Carbonpflanzen aus dem Wallis.

Tit. *Direktion der schweizerischen Sodafabrik:* Fossilien aus den Steinbrüchen von Mellikon.

Herr Direktor *Gerster*, Laufen: Cyprina rotundata und Coniferenzapfen aus der Gegend von Laufen.

„ Dr. *E. Greppin*, Basel: Fossilserien und Gesteinsproben aus dem Hauensteingebiet und den Gebieten längs der elsässischen Grenze; Faciesstücke aus diversen geologischen Horizonten.

Herr Präparator *E. Huber*, Basel: Fossilien aus den Renggeritonen von Liesberg und aus dem Argovien bei Ste-Croix.

„ Dr. *A. Jeannet*, Zürich: Oligocänpflanzen vom Buchberg, Zürich.

„ Cand. geol. *E. Lehner*, Basel: Belegstücke aus dem oberen Lias von Vättis, St. Gallen.

„ Dr. *Frz. Leuthardt*, Liestal: Fossilien und Faciesstücke aus den Variansschichten der Gegend von Trimbach und aus dem Hauenstein-Basistunnel.

„ *Nünlist*, Balsthal: Fossilien aus dem Argovien von Egerkingen; Acanthodiscus radiatus von Cressier; Unioniden von der Erzmatt; Cinnamomumblatt ebendaher.

„ Dr. *G. Paltzer:* Seltene Oppelienart aus den Geissbergschichten.

„ *Probst-Siegwart:* Perisphinctes aus den Oxfordschiefern der Erzegg, Obwalden.

„ Prof. Dr. *M. Reinhard*, Genf: Tertiärgesteine und Fossilien aus Atjeh, Nord-Sumatra.

„ Cand. phil. *E. Ritter*, Basel: Gesteine und Fossilien aus dem Mainzerbecken.

„ Dr. *S. Schaub*, Basel: Belegstücke aus den Ramondikalken bei Beinwil; fossile Pflanzen von Hemmiken.

Herren Prof. *C. Schmidt*, *H. Preiswerk*, *H. Tschopp* und *A. Werenfels*, Basel: Talk- und Asbestgesteine aus Wallis und Tessin.

Herr *Georg Schneider:* Schöne Serie von Korallen aus dem Korallenkalk von Kleinlützel, Fossilien aus dem Callovien von Herznach und aus den Crenularisschichten von Rümikon.

„ Dr. *J. Stauffacher*, Basel: Vulkanische Gesteine aus Java.

„ Dr. *H. G. Stehlin*, Basel: Eocänfossilien von Buchsweiler; Belegstücke zu Profilen bei Oensingen und Waldenburg; Gesteinsproben von Aedermannsdorf, miocäne Materialien vom Nebelberg bei Nunningen.

„ *J. Stuber*, Basel: Fossilien aus dem Callovien von Anwil.

„ Dr. *R. Suter:* Belegsammlung zu seiner Dissertation: Geologie der Umgebung von Maisprach.

„ Cand. phil. *Weckerle*, Basel: Diverse Gesteinsproben aus der Umgebung von Basel und aus der Öhningerstufe von Locle.

b) Ankäufe.

Fossilserien aus den Badenerschichten von Egerkingen und dem Korallenkalk von La Caquerelle; ca. 600 Fossilien, meistens aus dem schwäbischen Jura stammend; Tertiärfossilien vom Lenzberg bei Aesch; Helix ramondi vom Bornfeld; Ericia antiqua von Mümliswil; Oligocänfossilien von Moutier.

Mineralogische Sammlung.

a) Geschenke.

Herr Dr. *Th. Engelmann*, Basel: Stufe von blauem Baryt mit roten Kalkspatkristallen von Cumberland; Quarzkristalle von Suttrop, Westfalen; Humboldilith vom Vesuv.

„ Präparator *Huber*, Basel: Gruppe von Kalkspatkristallen von Moutier.

b) Ankäufe.

Salzbohrkern von Rietheim bei Zurzach; grüner Flusspat von Giebelbach bei Fiesch; Adular mit Chlorit und Sphen von unterhalb Gletsch; Bergkristall mit Epidot und Asbest von Guttannen; grüne Granaten aus der Gegend von Zermatt; blaue Anhydritkristalle aus dem Simplontunnel; Silbererze aus alten Bergwerken des Schwarzwaldes; Topasgerölle aus Brasilien; Zinnobergerölle aus Borneo.

Manuskript eingegangen 30. Dezember 1918.

Bericht über das Basler Museum für Völkerkunde für das Jahr 1918.

Von

Fritz Sarasin.

Das Jahr 1918 hat verschiedene Veränderungen im Bestand unserer Kommission mit sich gebracht. Herr *Alfred Stähelin-Gruner*, der während 25 Jahren, d. h. von der Gründung unserer Kommission an, die Kasse verwaltet hatte, sah sich wegen anderweitiger Inanspruchnahme veranlasst, sein Amt niederzulegen. Wir sind ihm für seine gewissenhafte, während eines Vierteljahrhunderts geleistete Arbeit zu bleibendem Dank verpflichtet. Das Amt eines Kassiers hat nun der von E. E. Regenz in die Kommission gewählte Herr *Dr. J. Roux* angetreten. Ausserdem haben wir die Freude, den aus Deutschland zurückgekehrten Herrn Pfr. *Sam. Preiswerk* wieder als Mitglied unserer Kommission gewählt zu sehen; er hat bereits wieder sein früheres Arbeitsgebiet, die Chinesisch-Japanische Abteilung, übernommen.

Im übrigen ist das abgelaufene Jahr ein recht stilles gewesen. Infolge des Krieges haben manche Abteilungen nur einen sehr geringen Zuwachs erfahren. Als Haupteingang ist die Sammlung der früheren Mittelschweizerischen Geographisch - Kommerziellen Gesellschaft in Aarau zu erwähnen, die durch Kauf in unseren Besitz überging. Dafür konnte um so mehr am inneren Ausbau unserer Sammlung, Etikettierung usw., gearbeitet werden.

Der im letzten Jahresberichte als dringend notwendig erwähnte Nachtragskredit von Fr. 5000. — ist uns in dankenswerter Weise vom Grossen Rate bewilligt worden; er hat uns erlaubt, alle Schulden, mit welchen die Aufstellung der Sammlungen im neuen Gebäude uns belastet hatte, abzutragen. Ueberdies ist der reguläre Staatsbeitrag von Fr. 1000.— auf 2000.— erhöht worden. Die Zuschüsse des freiwilligen Museumsvereins und der Gemeinnützigen Gesellschaft sind dieselben gewesen wie im Vorjahre. Vom Museumsverein sind uns überdies Fr. 300.— gewährt worden zur Bezahlung des im letzten Berichte erwähnten Tisches aus Kaschmir. Ein Geschenk

von 1000 Fr. von Ungenannt sei hier gleichfalls auf's beste verdankt.

Der Besuch des Museums an den öffentlichen Tagen ist stets ein sehr reger gewesen. Vielfach sind auch die Sammlungen von Künstlern, Zeichen- und Malklassen benützt worden, denen darin ein unerschöpfliches Material von interessanten Vorlagen zur Verfügung steht. Auch die von den Herren Prof. *Hoffmann*, Dr. *Roux*, Prof. *Rütimeyer* und Prof. *Speiser* veranstalteten öffentlichen Führungen haben immer ein dankbares Publikum gefunden. Erwähnt möge auch die Führung sein, die bei Gelegenheit der Versammlung schweizerischer Gymnasiallehrer in Basel veranstaltet worden ist. Nach diesen einleitenden Worten gehen wir zu den Berichten der verschiedenen Abteilungen über:

Prähistorische Sammlung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *P. Sarasin.*)

Im Laufe des Jahres 1918 ist unsere prähistorische Sammlung durch eine Reihe wichtiger Originalsammlungen bereichert worden, die indessen einer näheren Besprechung nicht bedürfen, da sie sämtlich in grösseren Veröffentlichungen beschrieben worden sind. Sie wurden alle als Geschenke unserer Abteilung überwiesen. Es handelt sich um die folgenden:

Die von Drs. *F.* und *P. Sarasin* im Jahre 1907 in den Höhlen des Innern von *Ceylon* aufgefundenen und in ihrem Werke: Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, Bd. 4, die Steinzeit auf Ceylon, Wiesbaden 1908, beschriebenen und abgebildeten Steinwerkzeuge und anderen prähistorischen Gegenstände, als Kulturstufe das Magdalénien und zugleich die Prähistorie der kleingewachsenen Ureinwohner der Insel, der Wedda, repräsentierend; ferner die von den Genannten in *Celebes* im Jahre 1902 den Höhlen der südlichen Halbinsel enthobenen Gegenstände aus der Steinzeit des dortigen Urstammes der Toála, die ebenfalls wie die Wedda von Ceylon von kleiner Statur und auch sonst mit ihnen anthropologisch verwandt sind. Die Sammlung findet sich beschrieben in: Materialien zur Naturgeschichte von Celebes, Bd. 5, 1905.

Als dritte wichtige Zuwendung sind die lithochronen Materialien aus den Höhlen im *Birstal* zwischen Basel und Delsberg namhaft zu machen, das Resultat einer mehrjährigen Ausgrabungskampagne, die Dr. *Fritz Sarasin*, namentlich in einer Höhle der Ermitage von Birseck, unternommen hatte, und die in seinem Werke: Die steinzeitlichen Stationen des Birstales zwischen Basel und Delsberg, Neue

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 54, 1918, beschrieben und abgebildet worden sind. Darunter befinden sich auch Objekte, die von Andern aus einigen der Höhlen aufgesammelt wurden, so eine schöne Serie von Liesberg vom verstorbenen Mühlenbesitzer *Gresly*, dessen Sohn Herr *Jules Gresly* in Kirchberg, Zürich, sie dem Museum zum Geschenke machte, sowie eine kleine Ausbeute aus einer Halbhöhle beim Schloss Angenstein von Prof. Dr. *F. Speiser*, die Kulturstufe des Azilien repräsentierend, endlich Steinwerkzeuge und andere Geräte aus den Höhlen im Kaltbrunnental und von Thierstein, die vor Jahren durch *P.* und *F. Sarasin* gehoben worden sind.

Eine Sammlung von Glyptolithen aus *Patagonien* wurde käuflich erworben. Sie repräsentiert, wie alle prähistorischen Funde in Nord- und Südamerika, die neolithische Kulturstufe. Es fand sich aber darunter eine schöne Suite typisch gearbeiteter sogenannter Mousteriolithen, die als solche für Rechts- und für Linkshänder deutlich unterscheidbar waren (siehe darüber *P. S.*, über Rechts- und Linkshändigkeit in der Prähistorie u. s. w., Verhandlungen Naturforschende Gesellschaft Basel 29, S. 139).

Vom Naturhistorischen Museum erhielt unsere Sammlung ein bearbeitetes Stück Hirschhorn von *Bellerive* an der Birs aus der Sammlung *Quiquerez* und eine Muschelschale, ein Pectunculus, den Herr Dr. *F. Leuthardt* s. Z. in einer der *Reichensteiner Höhlen* gefunden und der paläontologischen Sammlung des Museums überwiesen hatte. Da der Genannte in der Nähe auch ein Steinbeil auffand, ist die Muschel unbedenklich der neolithischen Kulturstufe zuzuweisen.

Endlich hat Herr Prof. Dr. *E. A. Stückelberg* unserer Sammlung 6 praehistorische *Münzen* zum Geschenk gemacht, die auf dem *Grossen St. Bernhard* gefunden wurden und die von verschiedenen gallischen Völkerstämmen in Nachahmung antiker griechisch-römischer Münzen hergestellt wurden; sie sind somit der europäischen prähistorischen Eisenzeit zuzurechnen.

Gerne ergreift der Unterzeichnete noch die Gelegenheit, Herrn Dr. *Jean Roux* den Dank auszusprechen dafür, dass er sich in seinen Freistunden der grossen Mühe unterzogen hat, sämtliche bisher nur in Manuskript geschriebenen Etiketten in klarer Kalligraphie auszuführen.

Polarvölker, Afrika und Vorderasien.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *Leop. Rütimeyer.*)

Polarvölker.

Unsere kleine arktische Abteilung vermehrte sich im Berichtsjahre um 44 Stücke. Besonders wertvoll waren dabei einige gute sibirische Objekte, zumal die ethnographisch so wichtige Ergologie der im raschen Verschwinden begriffenen sibirischen Naturvölker bei uns fast ganz unvertreten ist. Hieher gehören einige Stücke aus den Originalsammlungen von Dr. *Decker*, der im Jahre 1893 im Flussgebiet des Ob, der Usa, Ischma und Petschora ethnographisch sammelte und die wir durch Tausch von der ethnographischen Sammlung der Universität Zürich erwerben konnten. So einige Pfeile der Ostjaken mit keulenförmigen Enden, wie sie zur Jagd auf Pelztiere verwendet werden, eine Tierfalle, ein Sack aus Fischhaut zur Aufbewahrung und zum Transport von Mehl, Rentiersehne zur Anfertigung von Nähfaden, ebenfalls Ostjaken. Den Syrjänen, einem Mischvolk aus finnischen, samojedischen und grossrussischen Elementen gehören an ein Ledergürtel mit Messerscheide und primitive Puppen aus Zeugstreifen oder Papier, einige Spindeln und Schachteln aus Birkenholz mit Dekor aus farbigen Tuchstreifen oder buntem Stanniol. Ein sehr schönes Stück ist eine 90 cm lange Jacke der Golden aus Fisch- oder Seehunddarm mit roter und schwarzer Bordüre. Herr Dr. *Fr. Sarasin* schenkte ein den Sammlungen von *Konietzko* entstammendes originelles Holzboot der ethnographisch noch wenig bekannten Skolterlappen.

Eine sehr interessante kleine Kollektion von Elfenbein-Schnitzereien der Eskimo von Labrador (31 Stücke) verdanken wir Herrn *De Bary-von Bavier.* Es sind kleine, wenige bis 15 cm lange Figuren aus Walrosszahn, sehr sorgfältig und naturgetreu geschnitzt, welche das Leben der Eskimo und ihre Jagdtiere illustrieren und dortigen Missionaren in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts geschenkt wurden. Erwähnt seien davon einige kleine, überaus zierlich geschnitzte Modelle von Kajaks mit dem Kajakmann und seiner ganzen Ausrüstung für den Seehundfang, einige Figuren von Eskimo in ihrem arktischen Kostüm, dann Jagdtiere, wie weidende und ruhende Rentiere, Hasen, Seehund und Walfisch, Füchse, brütende Vögel. Diese Tiere sind mit grosser Naturtreue erfasst in ihren typischen Bewegungen und Stellungen, wie wir dies auch sehen in Tierdarstellungen der Paläolithiker und verschiedener Naturvölker. Unsere schon im letzten Jahresbericht erwähnte kleine Gruppe von Objekten aus der so vielfach gebrauchten

Birkenrinde wurde in willkommener Weise vermehrt durch einen von Dr. *Gams* in Zürich geschenkten Schuh aus Birkenrinde.

Afrika.

Der Zuwachs der afrikanischen Sammlung war mit 166 Nummern im Berichtsjahr wieder wesentlich grösser als die letzten Jahre, was vor allem zurückzuführen ist auf die Erwerbung der Reste der schon eingangs erwähnten Sammlung der mittelschweizerischen geographisch kommerziellen Gesellschaft in Aarau. Dieselbe enthält sehr viele afrikanische Objekte, vielfach aus Originalsammlungen herrührend, von denen freilich die meisten für uns nur als Dubletten oder Tauschobjekte in Betracht kommen, aber immerhin 108 Stücke als willkommener Zuwachs der Schausammlung einverleibt werden konnten. Alle diese Aarauer Stücke haben ausserdem noch den Vorzug, dass sie im ethnographischen Sinn schon ziemlich alt sind, indem sie sämtlich vor mehr als 30 Jahren gesammelt wurden, manche auch in viel früherer Zeit. Die meisten Stücke stammen aus West-Afrika, speziell von der Goldküste, kleinere Gruppen aus Süd- und Südost-Afrika, dem afrikanischen Osthorn und Abessynien.

Nordafrika. Aus *Alt-Ägypten* erhielten wir 9 Stücke, wovon 6 wohl als Amulette gebrauchte, aus sog. ägyptischem grünem Porzellan verfertigte kleine Figürchen von Menschen- und Göttergestalten (S. A.[1]), eine Vogelmumie von Herrn Dr. *Engelmann* geschenkt, ein Uschebti, sowie eine ausgezeichnet schöne und gut erhaltene Grabstele aus dem Nachlass des Herrn Prof. *J. J. Stähelin*, die wir der Freundlichkeit von Frau *Ch. Stähelin-v. Enzberg* verdanken. Der genannte Gelehrte hatte das wertvolle Stück von einer Reise nach Ägypten in den 1860er Jahren mitgebracht. Die Stele, als oben bogenförmig abschliessende Grabplatte, steht auf einem rechteckigen Postament und ist aus weissem Kalkstein gearbeitet, wobei die hieroglyphischen Inschriften vorzüglich scharf erhalten sind. Die obere Hälfte des 66 cm hohen und 31 cm breiten Stückes ist eingenommen von einer Nische, in welcher die Nachbildung der Mumie des Verstorbenen, Namens „Setit-Si“, umgeben von Menschen- und Götterfiguren, teilweise mit Resten von Bemalung, ausgemeisselt ist. Sie stammt nach der an der Hand einer Photographie ausgeführten Untersuchung von Herrn Prof. *Naville*, der so freundlich war, ein Gutachten über dieselbe abzugeben und die hieroglyphischen Inschriften zu übersetzen, aus Abydos und gehört der XII. Dynastie an, also dem

[1]) S. A. = Sammlung Aarau.

Beginn des mittlern Reiches und den Jahren zwischen etwa 2130 und 1930 a. Chr. Sie ist in Text und Ausführung nach dem Urteil von Prof. *Naville* nach mehreren Richtungen hin besonders bemerkenswert; im Louvre befindet sich eine ähnliche Stele mit der Darstellung der Eltern unsres „Setit-Si". Die Inschrift lautet nach der auch hier warm zu verdankenden Übersetzung von Prof. *Naville*, auf dem Längsbande der Mumie selbst: „Setit-Si, Sohn von Sit Khetiuër"; auf dem Bogenrande rechts der Mumie: „dass ein königliches Opfer gebracht werde an Osiris, welcher residiert im Ament, dem Herrn von Abydos, damit er ein Leichenmal gewähre von Brot, Getränken, Ochsen, Gänsen und Kuchen und Kleidern dem Vorgesetzten des Palastes, dem gerechtfertigten, dem geliebten Herrn"; zur Linken der Mumie: „dass er ein schönes Grab gebe in der Region des Westens von Abydos dem geliebten Vorsteher des Palastes, Setit-Si, dem gerechtfertigten".

Die horizontale, aus 7 Linien bestehende Inschrift unter der Nische der Stele lautet: „Wenn sich der Vorsteher des Palastes Setit-Si zeigt, sieht er den Herrn des Horizontes, wenn er den Himmel durchschreitet, welcher gewährt, dass der Vorsteher des Palastes Setit-Si erscheine wie der Gott, welcher der Herr ist der schweifenden Sterne, der Herr der Ewigkeit. Der Vorsteher des Palastes Setit-Si sagt: o ihr alle Propheten, alle Gelehrten der heiligen Schriften, alle Vorsteher der Gärten, alle Beamten, die ihr ankommt im Tempel des Osiris, welcher herrscht im Ament, die ihr euren Teil zu haben wünscht am Tempel des Osiris, welcher residiert im Ament und die ihr vorbeigeht an diesem Grabe, saget, dass man ein königliches Opfer bereite dem Osiris, welcher wohnt im Ament, dem Anubis, dem Herrn von Abydos, von tausenden von Broten, von Getränken, Ochsen, Gänsen, Wohlgerüchen, wohlriechenden Ölen, von tausenden von Kleidern und von allen guten und reinen Dingen, von denen ein Gott lebt, zugunsten des Vielgeliebten, seines Herrn, welcher die Wahrheit liebt, des Vorstehers des Palastes Setit-Si, des Sohns des Sit-Khetiuër, des gerechtfertigten, des vielgeliebten Herrn."

Aus dem *modernen Ägypten* schenkte Herr *Zäslin-Sulzer* ein Paar Lederpantoffeln, und der S. A. entstammen eine grössere Kollektion von Armspangen aus Glas in verschiedenen Farben und einige Kinderspielzeuge; aus dem Nachlass von Herrn *L. Friedrich* wurde uns eine Metall- und eine Holztrommel geschenkt. Eine ganze Kollektion ägyptischer Musikinstrumente (S. A.) sind Dubletten.

Aus *Algerien* kommt eine hübsche Flissa (S. A.), aus Marokko ebenfalls aus dem Nachlass *Friedrich* ein originelles Pulverhorn und ein Pferdeschmuck mit hübschem Lederdekor.

Westafrika. Dieses ist im Zuwachs am stärksten vertreten, namentlich durch die Objekte der S. A. Genannt seien von Waffen eine sehr schöne in Kerbschnitt geschnitzte Keule, ein gut gearbeitetes eisernes Dolchmesser mit Öse für das Handgelenk („Kangua“) vom *Benue,* ein altes Schwert mit Scheide, Bogen und einige Köcher mit Pfeilen von Salaga am Volta, eine auch als Spazierstock dienende Keule von der *Goldküste* (S. A.). Von anderer Seite erwarben wir einen Bogen mit Köcher aus dem Hinterland von Porto Novo, *Dahome.* Andere erwähnenswerte Objekte sind eine Messingdose, in der den Ahnen Speise aufs Grab gesetzt wird, *Asante,* eine Anzahl Kalebassen mit hübschem Dekor und gute alte geschnitzte grössere Holzgefässe mit Dekor in Brandmalerei, eine Kollektion teilweise ganz hervorragend schön gearbeiteter Schmuckkämme, *Goldküste,* alter Messingschmuck aus Salaga und durchlochte grosse Quarzperlen, wie sie von Negern östlich von Salaga als Schmuck getragen wurden, eine Sammlung von 16 alten Holztrommeln aller Grössen und Formen, die grösste in Form eines 128 cm hohen Zylinders, Holzpuppen der Neger, von denen eine aus weissem Holz ein Europäerkind darstellen soll, ebenfalls *Goldküste* (S. A.). Von kultischen Objekten sei angeführt ein 61 cm hohes Idol des Yassi-Geheimbundes der Frauen, *Sherbro,* sowie ein anderes Idol gleicher Provenienz (S. A.). Aus *Dahome* stammen 2 kleine Opfertischchen aus Messing in Form einer runden kleinen Messingplatte, die auf einem langen Messingstab ruht, der in die Erde gesteckt wird; auf die Platte wird das Speiseopfer für die Götter gelegt (Geschenk des Referenten).

Unsere Sammlung von Goldgewichten (nunmehr 115 Stücke) erfuhr auch eine Zunahme durch 3 Stück (S. A.), sowie 14 sehr schöne, für uns fast durchweg neue Formen, Tiere, Geräte etc. repräsentierende Goldgeräte, die uns Herr *J. Aeppli* durch gütige Vermittlung des Herrn *L. Haag,* zukommen liess. Er hatte dieselben an der Elfenbeinküste erworben; sie stammen aber wohl sicher von der *Goldküste* resp. *Asante.* Einzelne dieser Typen finden sich auch in den 529 Stücke von Goldgewichten verschiedener Museen umfassenden Tafeln der grossen Arbeit von *Zeller*[1]) nicht repräsentiert. Endlich sei noch genannt eine grössere Sammlung von Pfeifenköpfen aus schwarzem und rotem Ton aus *Asante* und der *Goldküste* (S. A.).

Aus dem *französischen Sudan* erhielten wir ein ausgezeichnet schönes 40 cm hohes Gefäss aus rotem Thon mit originellem Dekor von Frau Prof. *Kollmann;* Herr Dr. *Fisch* hatte das aus der Land-

[1]) *R. Zeller.* Die Goldgewichte von Asante. Baessler Archiv 1912.

schaft Jene südlich des Nigerbogens stammende Stück s. Z. Herrn Prof. *Kollmann* geschenkt.

Aus dem *französischen Congo* schenkte der Vorsteher eines der nicht häufigen Idole der Pahouins aus hartem schwarzen Holze, welches ein Missionar von einem Häuptling, zugleich mit einem Schädelfetisch, erhalten hatte; ebendaher stammen 8 hübsch geschnitzte hölzerne Haarnadeln und ein Amulett.

Südafrika. Durch Tausch mit der Zürcher Sammlung konnten wir einige uns meist fehlende gute Objekte erwerben: Fangschnur der Kalahari-Buschleute, Wochenkalender, Köcher und Pfeile gleicher Provenienz, Gefäss aus Schildkrötenschale der Bergdamara, Schamschürze, Ledertäschchen und Esslöffel der Hottentoten, alles den Originalsammlungen *Schinz, Peyer* und *Frick* angehörend.

Dem östlichen Südafrika, speziell *Maschonaland*, entstammen ein Dolch mit ausgezeichnet schön geschnitzter Scheide in Kerbschnitt aus hartem Holz, einige hübsch geschnitzte Nackenstützen, eine geschnitzte Holzfigur der Kaffern, Streit- und Zeremonialaxt der Zulu; von den Massai kommt eine sehr fein gearbeitete Keule aus einem Stück Rhinozeroshorn (S. A.).

Osthorn und Abessynien. Dieselbe Quelle lieferte uns als sehr erwünschte Ergänzung 17 Objekte aus Abessynien und dem Osthorn, die in unsere Sammlung einverleibt werden konnten neben einer Anzahl von Dubletten, so ein schweres Messingkreuz zum Vortragen bei Prozessionen, 2 grosse runde Lederschilde, Trinkbecher aus Büffelhorn, Wassergefässe aus Leder und wasserdichtem Geflecht aus Kokosfaser, eine beschriebene abessynische Pergamentrolle und einige schöne abessynische Schwerter mit Scheide und Gehänge, wobei die Klinge des grössten 1 Meter lang ist. Einige Speere, Bogen und Schilde der Somali sind Dubletten.

Vorderasien.

Diese Abteilung erfreute sich, namentlich für vorderasiatische Altertümer, eines ungewohnten Zuwachses von 65 Nummern, durch Ankauf einer Kollektion phönizischer Glas-, Elfenbein-, Bronze- und Steinobjekte aus Palästina. — Aus Lavistan, Batum schenkte uns Herr *L. Ziegler* ein Paar farbiger Wollstrümpfe, aus Brussa Herr Dr. *R. Geigy* das türkische Kostüm einer grossen Puppe, von den Kurden der Araratgegend Herr Dr. *Bally* bunte Wollsocken. Der S. A. entstammen einige schön gearbeitete Holzlöffel aus Persien, 9 bronzene Pfeilspitzen, Grabfunde aus den Kaukasusländern und einige armenische Musikinstrumente, Holz- und Rohrflöten, endlich türkische Ohrringe aus Syrien.

Die oben genannten „phönizischen" Objekte entstammen alle einer grossen Originalsammlung von Funden, die Herr *J. Schneider* bei den Bahnbauten von Jaffa nach Jerusalem teils persönlich in Gräbern und Ruinen gemacht hatte, teils sind ihm die Funde von Arabern zugebracht worden. Es sind Gegenstände aus Glas, einige sogenannte „Tränenfläschchen", Armspangen aus Glas, 2 gut gearbeitete Armringe aus Elfenbein, 3 aus Bronze, sowie eine Anzahl kleiner, teilweise defekter Bronzegegenstände wie Sonden, Spatel, Bügel etc. Eine Anzahl dieser Objekte wurden Herrn Prof. *Naville* zu einer sehr verdankenswerten Begutachtung eingesandt. Er fand darunter nichts sicher Ägyptisches, sondern sprach sie als syrisch an. Die Fundstellen, wie sie von Herrn *J. Schneider* angegeben wurden, sind Gräber und Ruinen von Astod (zwischen Ascalon und Jaffa), Ascalon-Metstall (zwischen Astod und Gaza am Meer), Bed-Schubrin (zwischen Ascalon und Jerusalem), Bed-Native, an der Bahn nach Jerusalem und Beshen bei Nazareth. Das wertvollste sind 10 Spangen aus buntem Glas. Der Finder gab an, dass dieselben gleicher Provenienz seien, wie eine Sammlung prächtiger phönizischer Gläser, die s. Z. Herr Dr. *Engelmann* von ihm erworben hatte. Die Spangen sind teils aus irisierendem, teils homogenem blauem, grünem, auch gelbem mit braunen Bändern durchzogenem Glas, teils glatt, teils spiralig gewunden. Eine derselben ist von einer modern ägyptischen Glasspange der S. A. ausser in der Nuance des blau nicht zu unterscheiden. Es stimmt das zur Bemerkung von *Perrot* und *Chippiez* über phönizische Glaskunst, wonach diese heute noch in Hebron mit der gleichen Technik, wie sie die alten Phönizier hatten und vielfach in derselben Formgebung wie in der Antike als Relikt weiterlebt. Ihre Produkte werden von Palästina weithin nach Ägypten bis tief in den Sudan exportiert. Es ist daher sehr wohl möglich, dass unsere modern ägyptischen Glasspangen ebenfalls aus Palästina eingeführt wurden. Die Glaskunst, ursprünglich erfunden in Ägypten unter Tutmosis III. um 1500 a. Chr., erreichte im Altertum ihre höchste Entwicklung in Phönizien, und ist dort, wie die zitierten Autoren sagen, bis heute noch „enracinée dans le sol".

Auch einige Gefässe aus Thon, sowie ein thönernes, von Herrn Dr. *P. Sarasin* geschenktes Lämpchen, ferner ein Bruchstück eines Bronzehenkels in Form eines sehr fein gearbeiteten Pferdeköpfchens von archaistischem, beinahe an paläolithische Pferdeköpfe erinnerndem Typus von ebendemselben Donator und einige kleine Gegenstände aus Alabaster gehören zu diesen Funden. Einige Bronzeobjekte scheinen nach Untersuchung von Herrn Dr. *Major* aus Ruinen der römischen Zeit, etwa entsprechend der frühkoptischen Zeit Ägyptens, zu stammen.

Endlich sind noch zu erwähnen 2 von Herrn Dr. *Th. Engelmann* geschenkte sogenannte altarabische „Glasmünzen"; es sind drei münzenförmige runde Scheibchen von ca. 1—2 cm. Durchmesser mit verdicktem Rand aus grünlichem Glas, die auf ihrer Fläche eine Inschrift in kufischer Schrift aufweisen, die entweder die Namen ägyptischer Kalifen oder Koransprüche bedeuten. Diese „Glasmünzen" sind nach *Euting* wahrscheinlich nicht als Münzen, sondern als Gewichte anzusehen. Sie gehören dem 11.—12. Jahrhundert an und sollen nach *Schneider* in Ägypten zusammen mit alten Münzen in Töpfchen in Ruinen gefunden worden sein.

Vorderindien und Malayischer Archipel.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Fritz Sarasin.*)

An erster Stelle verdanken wir Herrn Architekt *Emanuel La Roche* eine höchst wertvolle Serie von Originalzeichnungen, Aquarellen, Plänen und Photographien, die er von seiner Studienreise im Jahre 1889/90 aus Vorderindien mitgebracht hat. Sie umfassen die gesamten monumentalen Grabbauten Indiens des 13. bis 17. Jahrhunderts in ihren Hauptbeispielen, mit Einschluss der viel älteren, aus vorchristlichen Jahrhunderten stammenden, buddhistischen Stupa's oder Dagoba's, als Symbolen des Grabes und Gedächtnismonumenten. Die mit ausserordentlicher Kunstfertigkeit und Verständnis ausgeführten Bilder sind in drehbaren Glasrahmen montiert worden; ein erklärender Text ist den Tafeln beigegeben. Das Ganze repräsentiert ein Studienmaterial ersten Ranges.

Von sonstigen vorderindischen Eingängen mag noch ein schönes Stuckornament aus Bidschapur erwähnt sein, das wir Herrn *Alfred Sarasin* verdanken. Wertvoll ist auch ein reichgesticktes Frauenkleid der Afridi aus der Aarauer Sammlung. Einige weitere Kleinigkeiten aus derselben Quelle sind in der Anhangsliste aufgeführt. Ebendaher stammen einige Objekte aus dem Malayischen Archipel, von denen hier bloss ein gutes, altes Dajakschwert mit schönen Messingeinlagen der Klinge und mit geschnitztem Griff und ein Dolch von den Sulu-Inseln erwähnt sein mögen (einiges weitere in der Anhangsliste).

China-Japan.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *F. Speiser.*)

Im Berichtsjahre gingen ein: Ein kleines Modell eines chinesischen Verbrechers im Käfig, Kinderspielzeug, Geschenk von Herrn Dr. *P. Sarasin*, ein sogenanntes Glücksschwert, aus Messingmünzen

zusammengesetzt und eine Maske von Herrn *Zäslin-Sulzer*, eine sehr schöne chinesische Zither und ein Buch mit Bildern auf Reispapier von Herrn Prof. *E. Hoffmann-Krayer*. Aus der Aarauer Sammlung stammen verschiedene Pfeifen und Geräte zum Opiumrauchen, sowie eine Reihe von Spielfiguren.

Am Ende des Berichtsjahres kehrte der frühere Vorsteher der chinesisch-japanischen Abteilung, Herr Pfr. *Sam. Preiswerk*, nach Basel zurück und erklärte sich zu unserer Freude bereit, ihre Besorgung wieder zu übernehmen.

Melanesien.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Fritz Sarasin.*)

Der Zuwachs der melanesischen Abteilung beschränkte sich auf wenige, aber gute Objekte. In der Aarauer Sammlung war ein alter, gravierter Bambus aus *Neu-Caledonien* enthalten, angeblich von *G. Forster*, dem Begleiter *Cooks*, des Entdeckers der Insel, mitgebracht. Die Zeichnungen stellen den Kampf der Bewohner zweier Dörfer mit hohen Kegelhütten dar; leider hat sich eine neuere Hand auf demselben Bambus mit wenig Geschmack verewigt. Dem Zürcher Ethnographischen Museum verdanken wir auf dem Tauschweg zwei weitere, sehr gute Stücke aus Neu-Caledonien, die unserer sonst ziemlich vollständigen Sammlung von dieser Insel bisher gefehlt hatten; es sind dies ein Halsband aus 80 aufgereihten menschlichen Backenzähnen, offenbar Attribut eines Zauberers und ein weiteres mit marinen Schnecken, an einer Schnur aus Flederhundwolle befestigt.

Polynesien.

(Bericht des Vorstehers, Prof. *Felix Speiser.*)

Aus der Aarauer Sammlung gingen an die Abteilung Polynesien über ein geknüpfter Mantel der Maori und verschiedene Tapa-Muster aus Tahiti. Diese letzteren sind darum von besonderem Interesse, weil sie nachweislich von Cook's Reisebegleiter Georg Forster gesammelt worden sind, also bei Gelegenheit der ersten Berührung von Europäern mit den Bewohnern von Tahiti.

Herr *P. Staudinger* schenkte uns eine schöne Keule aus Fidji, von jenem Typus, der nichts anderes als einen gut polierten Wurzelstock darstellt, der also an die Urform der Keule überhaupt, den rohen Wurzelstock, erinnert.

Herr Dr. *Ludwig Geiger* übergab uns zwei Rednerstäbe aus Samoa. Sie stellen verkürzte Speere dar und sind mit stilisierten Widerhacken reich beschnitzt. Die heute sehr seltenen Geräte

bilden zweifellos ursprüngliche Würdezeichen, die ja vielfach nur Waffen (Speere, Keulen u. dergl.) sind, die sich zu Prunkgeräten ausgewachsen haben.

Amerika.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *M. K. Forcart.*)

Trotz der für das Sammeln von Ethnographica ungünstigen Zeit können wir doch mit Befriedigung auf das Berichtsjahr zurücksehen, indem uns, teils durch Ankauf, teils durch Geschenke, mehrere interessante Gegenstände zukamen.

Aus der Aarauer Sammlung erhielt auch die Amerikanische Abteilung einige Stücke. Besonders hervorzuheben ist ein Federmantel, der nach dem Material, aus dem er hergestellt ist, nämlich den Federn des roten Ibis (Eudocimus ruber L.) wohl im tropischen Amerika (Amazonasgebiet oder Britisch Guyana) angefertigt worden ist. Von den Antillen stammt eine aus geschlagenen Bastfasern hergestellte Zipfelmütze, wie sie von den Negern daselbst getragen wurde. Modernern Ursprungs sind drei Kalebassen und ein Metallröhrchen, welche Gegenstände beim Genuss des Maté-Tee's Verwendung finden. Aus Santiago (Chile) stammen ein Paar hölzerne, reich geschnitzte Steigbügel und schliesslich aus Mexiko ein Paar eiserne Sporren und 2 Geldkatzen aus weissem Leder.

Herrn *Meyer-Walter* haben wir eine Sammlung von Gegenständen der Guarany-Indianer zu verdanken. Von Waffen sind zu erwähnen ein Pfeilbogen, dessen Schaft stellenweise mit einem zierlichen Joncgeflecht umgeben ist, drei Pfeile, teils mit Knochen-, teils mit Hartholzspitzen, eine hölzerne Lanze und ein Schleuderbogen. Die Freude der Guarany an farbigen Schmuckgegenständen zeigen ihre Tanzstäbe, eine Tanzrassel, eine aus Bast geflochtene Kopfbedeckung, mehrere aus verschiedenen Kernen zusammengestellte Halsketten und 2 Kämme, welche alle einen bunten Federschmuck aufweisen.

Herr Dr. *Armin Im Obersteg* hatte auch dieses Jahr wieder die Freundlichkeit, uns einige interessante Stücke zu überlassen: Ein brauner, sackförmiger Mantel, eine mit Federn geschmückte Kopfbedeckung, ein Hals- und ein Brustschmuck, die mit Federn und ganzen Vogelbälgen behangen sind, stellen die Bekleidungsstücke dar, wie sie von den am obern Ucayali sesshaften Kampas-Indianern getragen werden.

Aus einem uns zur Verfügung gestellten Betrag von privater Seite gelang es uns, eines der selteneren Stücke Südamerikas zu erwerben, nämlich die Trophäe eines Jivaros. Bei diesem am

obern Amazonas angesiedelten Indianerstamm besteht die Sitte, die Köpfe der erlegten Feinde auf eigentümliche Weise zu präparieren. Zu diesem Zweck werden die Schädelknochen entfernt und das Innere des Kopfes mit heissen Steinen ausgefüllt, sodass er sich zu einem faustgrossen Köpfchen zusammenzieht, die Gesichtszüge aber beibehält. Die zusammengenähten Lippen sind mit Knotenschnüren verziert. Als weitern Schmuck weist unser Exemplar noch 2 Büschel gelber Federn seitlich der Halsöffnung auf, sowie 3 lange Schnüre aufgefasster Käferflügel, die vom Hinterhaupt herunterhängen.

Herr Prof. *O. Fuhrmann* in Neuchâtel hatte die Güte, das Museum mit zwei sehr interessanten Gegenständen zu beschenken, die aus seiner in Columbien angelegten Sammlung stammen. Das eine ist eine Thonvase, die eine hockende, menschliche Figur darstellt, auf deren Leib eine umgekehrte Froschfigur so angebracht ist, dass sie mit ihren Hinterpfoten die Ohren, mit den vordern Extremitäten die Beine des betreffenden Menschen bildet. Das andere ist eine Tanzrassel in Form einer menschlichen Gesichtsmaske. Beide Gegenstände sind aus schwarzem Thon angefertigt. Ihre Beschreibung und Abbildung ist zu finden in dem Werk des Donators: Dr. *O. Fuhrmann* und *Eug. Major*, Voyage d'expl. scientif. en Colombie, pag. 1078, Pl. XXVIII, fig. 72.

Frau *Stähelin-v. Enzberg* verehrte uns die vollständige Ausrüstung und Lederbekleidung eines Mexikanischen Reiters, und von Herrn *E. Bronner* erhielten wir eine originell hergestellte Prärie-Peitsche, deren Schnur eine direkte Fortsetzung des Peitschenstiels vorstellt, indem der Bast von dessen Verlängerung losgelöst und geflochten wurde.

Von Herrn Dr. *Greuter* in Aarau konnten wir zwei von ihm selbst in Peru ausgegrabene Steinplatten erwerben. von denen die eine von ganz besonderem Interesse ist. Ihre Oberfläche ist eingeteilt in regelmässige viereckige Vertiefungen, während man in zwei einander diagonal gegenüberstehenden Ecken einen turmartigen Aufbau bemerkt. Von einigen Autoren wurden diese Steine als Pläne von Inkadörfern aufgefasst. Es ist aber jetzt wohl sicher erwiesen, dass es sich um Spielsteine handelt, welche für das jetzt noch bei einigen Stämmen des Gran Chaco gebräuchliche Tsuka- oder Chunquantispiel verwendet wurden. Während für dieses Hazardspiel die niederen Stämme sich ad hoc Vertiefungen in die Erde graben, wurden bei den hochkultivierten Inkas transportable Spieltische hergestellt. Es sei hier auf eine in Heft II und III der Zeitschrift für Ethnologie 1918 erschienene diesbezügliche Arbeit von *Erland Nordenskiöld* aufmerksam gemacht. Die andere

Platte enthält die Darstellung einer mythologischen Tierfigur, über deren Bedeutung wir noch im Unklaren sind.

Europa.

(Bericht des Vorstehers, Prof. Dr. *Ed. Hoffmann-Krayer.*)

Die Abteilung hat im Berichtsjahr einen Zuwachs von 469 Nummern erfahren, in welcher Zahl freilich die ca. 300 Objekte nicht inbegriffen sind, die noch im Herbst 1918 aus der Sammlung Bröckelmann in Basel erworben, aber noch nicht katalogisiert worden sind.

Grössere Gruppen wurden gebildet aus zwei Sendungen von insgesamt gegen 100 Objekten, die Frl. *A. M. Weis* im Walliser Binntal mit grossem Verständnis für das Primitive zusammengebracht hat; ferner eine reichhaltige Kollektion volkstümlichen Bildwerks aus dem Kt. St. Gallen, eine Anzahl Specksteinprodukte und namentlich Instrumente zur Bearbeitung dieses Steins, die wir der Vermittlung von Herrn Prof. *Rütimeyer* verdanken. Dagegen enthielt die in Aarau erworbene Sammlung von Ethnographica nur ca. 30 Gegenstände, die der Abteilung Europa einverleibt werden konnten.

Wie üblich, teilen wir den Zuwachs in Sachgruppen ein, indem wir uns auf die Erwähnung des Wichtigeren beschränken.

Aus der Land-, Vieh- und Milchwirtschaft ist zunächst eine Grabgabel aus Chiasso zum Umspaten des Erdreiches zu nennen, die ein bisher nicht vorhandenes Glied in der Reihe Grabstock — Spaten vertritt (Donator Herr *Vitale Chiesa*, Chiasso). Ein sichelförmiges Messer an langem Stiel, aus Baldegg stammend, dient zum Mähen des für die Streu verwendeten Schilfes (Don. Frau *Vogel-von Meiss* in Cham). Eine Rübenschneidmaschine aus Basel schenkte Herr *H. Hummel*, eine gewaltige Kuhtreichel mit ledernem Schellenband die Erben von Hrn. Architekt *Leonh. Friedrich*, einen äusserst roh aus einem Aststück gearbeiteten Melkstuhl von der Alp Fluh im Binntal der Vorsteher, 1 Paar hölzerne Fussfesseln (stuoiras), wie sie im Unterengadin beim Scheren der Schafe verwendet werden, Herr Dr. med. *W. Liebi* in Zernez, einen Bienenstock kubischen Typs, aus Osterfingen, Herr Hauptmann *Fellmann* in Luzern, eine Käseform und ein Labkübelchen aus Binn der Vorsteher.

Auf dem Gebiete des Fuhr- und Transportwesens ist nur ein bedeutenderes Stück eingegangen: es ist ein sog. „char de côté“, ein dem char-à-banc ähnlicher Postwagen, den wir der Munifizenz der *Schweiz. Oberpostdirektion* zu verdanken haben.

Zur niedern Jagd lässt sich eine von der *Nationalpark-Kommission* geschenkte Marderfalle rechnen; ebenso eine von einem Grenzbesetzungssoldaten hergestellte Rattenfalle, die uns Herr *P. Hulliger* in Basel einsandte.

Von Handwerksgerät ist nur Weniges erwähnenswert. Vor allem zwei aus dem Kloster Muri stammende alte Zimmerbeile mit Punzornament; des weiteren ein Metzger-Spaltgertel aus Baldegg (Don. Frau *Vogel-von Meiss*, Cham) und ein Seilzwirnapparat aus Zurzach.

Dagegen ist die Gruppe Textilgerät und Textilien um einige sehr bemerkenswerte Stücke bereichert worden. Dank der verständnisvollen Sammeltätigkeit von Frl. *A. M. Weis* sind jetzt fast alle Entwicklungsstadien der Flachs-, Hanf- und Wollbearbeitung vom rohen Zustande bis zum gewobenen Stoff vereinigt, so dass sich eine instruktive Gruppe dieses Betriebes zusammenstellen liesse. Von einzelnen Objekten mögen erwähnt werden: eine Keule zum Schlagen des Hanfes aus Binn (Don. *H.-K.*), ein schön geschnitzter und kolorierter Spinnrocken aus V. Marobbia (Don. Prof. *Rütimeyer*), eine Spindel aus Binn (Don. *H.-K.*) und eine solche aus Griechenland, ein Zetteltrog und Zettelgerüst aus Binn, ein geschnitztes Bandwebstühlchen, dat. 1721, unbekannter Herkunft. Von fertigen Textilien seien zwei Extreme genannt: ein farbenprächtiger, aus bestickten Einzelstücken zusammengenähter Teppich, der so gut wie sicher in Bulgarien zu lokalisieren ist, wo er von dem in Basel verstorbenen Herrn *V. Rilliet* während seines Aufenthalts im Balkan mag erworben worden sein, und neun deutsche Papiergewebe allerneuesten Datums, die Herr *E. R. Seiler* in Basel geschenkt hat, und die für spätere Zeiten nicht ohne Interesse sein mögen.

Zu den Textilien im weiteren Sinne gehören auch die Körbe, deren wir eine Anzahl in bezug auf Form oder Flechtmaterial (Tannenwurzeln) bemerkenswerter Stücke aus dem Wallis erhielten.

Aus der ornamentalen Holzbearbeitung seien eine Reihe Walliser Schachteln mit alten Kerbschnittmotiven genannt, wovon eine mit Jahrzahl 1683. Die bis jetzt noch spärlich vorhandene volkstümliche Intarsie ist durch eine schöne Türfüllung aus dem Binntal vertreten; ein stilvoll geschnitzter Milchlöffel vom Jahre 1613 fand sich in der Aarauer Sammlung, und zwei originelle mit den verschiedensten Zeichen, Buchstaben und Zahlen beschnitzte, von einem Waadtländer Soldaten hergestellte Spazierstöcke schenkte uns Herr Dr. *Revilliod*. (Anderes s. u. Teile des Hauses.)

Die Keramik ist um einige bemerkenswerte Stücke vermehrt worden. So durch einen schönen Krug mit Jahrzahl 1782, der

unter den bekannten Töpfereizentren am ehesten Heimberg zuzuweisen ist. Sicher hieher gehören einige datierte Teller des 19. Jahrhunderts und ein von Herrn Dr. *E. A. Koechlin* geschenktes Schüsselchen, während ein anderes desselben Donators ein ausgesprochenes Langnauer Erzeugnis ist. Grosse Aehnlichkeit mit Langnauer Töpfereien zeigt ferner ein in Basel erworbenes Giessfass in Form eines Hauses mit Datum 1766 und hinten eingeritztem Wappen der Basler Familie Faesch. Jurassischen oder basellandschaftlichen Ursprungs scheint das Stück nach unsern allerdings noch sehr beschränkten Erfahrungen nicht zu sein. Angeblich aus Magden stammt ein in Basel gekaufter Crucifixus in bemalter Fayence, wohl ein ziemlich seltenes Stück; aus dem Elsass zwei Teller und aus dem st. gallischen Bernegg ein Tintenfass.

Die Gruppe der Steinbearbeitung hat insofern einen überaus wertvollen Zuwachs erfahren, als es Herrn Prof. *Rütimeyer* gelungen ist, 11 Stück anscheinend sehr altertümlicher Eisenwerkzeuge (Kratzer, Bohrer u. dgl.) zur Herstellung von Lavezgefässen in Peccia (Valle Maggia) ausfindig zu machen und durch seine Vermittlung unsrer Sammlung zuzuwenden. Schenkweise erhielten wir von ihm 3 steinerne Kochtöpfe, wovon einer aus Siders wegen seiner Provenienz beachtenswert ist und zwei von der Topfherstellung übriggebliebene Steinkerne mit Drechselspuren aus der Umgebung von Zermatt. Ein grosser mörserartiger Steinhafen mit Ausgusschnabel stammt aus dem Goms und diente zur Aufbewahrung von Öl. (Über die Steinlampen s. bei der Beleuchtung.)

Eine besondere Gruppe bilden die Teile des Hauses. Hieher gehört ein sog. „Heidenkreuz" vom Giebel des Hauses von Gabriel Gossat in Willeren, Binntal. Solche Heidenkreuze kommen nur an den ältesten Häusern des Wallis vor und sind aus dem Vertikalbalken am Giebel ausgeschnitten (Don. *H.-K.*). Ferner sei das Stück eines Deckenbalkens aus einem Hause desselben Ortes genannt, der die Jahrzahl 1541 und eine unentzifferbare Inschrift enthält. Sehr merkwürdig wegen ihrer an prähistorische Felszeichnungen gemahnenden Einkerbungen ist die Tür einer Hütte auf der Larschi-Alp ob Inden, die der *Vorsteher* diesen Sommer erworben und der Sammlung geschenkt hat. Über eine intarsierte Türfüllung s. o. bei der Holzornamentik. Ein kugelförmiges Vorhängeschloss aus Zermatt verdanken wir Herrn Prof. *Rütimeyer.* Dachziegel mit Einritzungen gingen uns aus Nuglar (Don. Dr. *W. Vischer*) und Basel (Don. *H.-K.*) zu.

Die Gegenstände aus dem Küchen- und Hausrat sind sehr heterogener Art. Als Hauptstück sei eine zum Mahlen von Korn und Salz dienende Handmühle angeführt und ein ähnliches kleineres

Exemplar, das ausschliesslich als Salzmühle verwendet wurde. Beide Stücke wurden von Frl. *Weis* im Binntal erworben und vom *Vorsteher* geschenkt. Eine Leinsamenmühle aus Zernez verdanken wir Herrn Prof. *Rütimeyer*. Höchst primitiv aus einem Baumkropf geschnitten ist eine Leipsera (Teigschüssel) aus Binn, wie überhaupt diese und die benachbarte Gegend auch dieses Jahr wieder eine ganze Reihe handgearbeiteter Holzschüsseln primitivster Form geliefert haben (teilweise geschenkt vom *Vorsteher*). In diese Gruppe gehört auch ein Milchhafen, der bis auf den Henkel aus einem Stück Rundholz geschnitten worden ist. Ebendaher erhielten wir einen Salznapf, ein Salzfass und einen Pfannenknecht, sämtlich aus Holz (Don. *H.-K.*). Die Kürbisflaschen wurden um 2 Stück aus Cavergno vermehrt, die uns durch Herrn Prof. *Rütimeyer* schenkweise zugegangen sind. Einige bäurisch geschnitzte Gebäckmodel mögen sich hier anschliessen. Als Hausrat im weiteren Sinne lassen sich die Messer in Anspruch nehmen, die in sehr verschiedenen Formen eingelaufen sind. Besonders hervorgehoben sei ein primitiv in Horn gefasstes aus Binn (Don. *H.-K.*) und ein spanisches Klapp-Dolchmesser mit damaszierter Klinge, welches sich in der Aarauer Sammlung fand.

Von Mobilien im engeren Sinne verdient ein sehr reich geschnitztes und bemaltes Kinderstühlchen, wahrscheinlich aus dem Kanton Graubünden, spezielle Hervorhebung.

Die besondere Gruppe Beleuchtung wurde weiter ausgebaut und durch einige recht interessante Stücke vermehrt. So kamen 9 zum Teil sehr altertümliche Steinlampen aus Zermatt hinzu, die wir wiederum dem erfolgreichen Sammeleifer und der stets offenen Hand unseres Kollegen Prof. *Rütimeyer* zu verdanken haben. Zwei fernere Exemplare erwarb Frl. *Weis* in Mühlebach (Binntal), von denen eines auf dem Griff eine Hausmarke trägt (Don. *H.-K.*), das andere noch mit einem Docht von Asbest versehen ist, der in jener Gegend noch hin und wieder als Ampeldocht Verwendung findet, da er am nahen Geispfadpass gewonnen wird. Einige Stangen solchen Asbests hat uns Frl. *Weis* geschenkt. Ganz besonders aber müssen wir ihr die Schenkung einer Steinlampe verdanken, wie sie primitiver nicht gedacht werden kann. „Lampe“ darf man das Objekt im Grunde kaum mehr nennen; denn es besteht bloss aus einem länglich-vierkantigen Steinklotz, auf dem Kienspäne zusammengelegt und an einem Ende angezündet werden. Dieser elementare Beleuchtungskörper diente zur Erhellung des Vorraums im Backhause von Ausserbinn. Die Vermutung Prof. *Rütimeyers*, dass das Wort „Lusa“ für Lampe ursprünglich Stein bedeutete, wird durch dieses Stück bestärkt. Ausser den Stein-

lampen selbst sind zwei steinerne Lampen-Sockel neu hinzugekommen, der eine aus Zermatt (Don. Prof. *Rütimeyer*), der andere aus Mühlebach (Don. *H.-K.*). Metallampeln erhielten wir eine aus Rossa (Don. Prof. *Rütimeyer*) und zwei aus der Aarauer Sammlung. Auch die altertümlichen Birkenkerzen wurden wiederum durch ein Stück aus Brione-Verzasca vermehrt (Don. Prof. *Rütimeyer*). Im Hause selbst angefertigte Unschlitkerzen nebst einem zugehörigen Kübel aus Binn wurden vom *Vorsteher* geschenkt. Kerzenstöcke aus Binn (teilweise Geschenk von Frl. *Weis*) und der Aarauer Sammlung kamen in verschiedenen Formen neu hinzu.

Aus Tracht und Schmuck sei ein mit reicher Pfauenkielstickerei verzierter lederner Geldgurt aus dem Tirol genannt, als Vertreter einer für diese Gegend kennzeichnenden Sticktechnik (Don. *H.-K.*); ein filigranierter Haarpfeil, wohl Unterwaldner Provenienz, wurde durch Tausch mit der Zürcher Sammlung erworben, zwei silberne Uhrschlüssel mit Handwerksemblemen in Freiburg gekauft (Don. *H.-K.*). Hier seien auch 11 Brillen, meist verschiedenen Typs, angereiht, die sich im hiesigen Brockenhaus fanden.

Ebendaher erhielten wir eine Anzahl älterer Spielsachen, allerdings ausschliesslich städtischer Herkunft, während zwei primitiv hergestellte Spielbretter aus dem Binntal echt bäurischen Ursprung zeigen (Don. *H.-K.*). Auch unsere Sammlung von Spieltierchen wurde weiter vermehrt, und zwar durch teilweise neue Typen. a) Hölzerne wurden geschenkt durch Herrn Prof. *Rütimeyer:* 3 aus Zernez, zwei aus Guarda, 3 aus Filisur, 4 aus Ziegelbrück und 1 aus Zollbrück, das erste Emmenthaler Stück; durch Herrn *H. Stauder* in Zofingen: 3 aus dem urnerischen Meiental; durch Fräulein *Anna Albert* in Bürglen: 39 aus Bürglen; durch Herrn Prof. *Buxtorf:* 3 aus Kerns; durch Herrn *Sal. Schlatter* in St. Gallen: 1 aus Grabs; b) Muscheln, durch Herrn *Th. Delachaux* in Neuchâtel: 3 aus Verrières; c) fayencene, durch den *Vorsteher*: 12 aus Heimberg.

Als Spiele im weiteren Sinne können bezeichnet werden die durch einen engen Hals in Flaschen hineingearbeiteten Geduldsarbeiten, die Gegenstände, Figuren oder ganze Gruppen darstellen. 5 teilweise hervorragende Stücke wurden bei Antiquar Wolf erworben, 2 weitere stammen aus der Aarauer Sammlung.

Von volkstümlichen Musikinstrumenten verdient ein Alphorn besondere Hervorhebung, das wir von der *Sektion Basel* des *Schweizer Alpenklub* als Geschenk erhielten.

Der Volksbrauch ist durch eine Anzahl beachtenswerter Gegenstände vertreten. Wir beginnen mit den Hauptstationen des

menschlichen Lebens. Zunächst 8 verschiedene kolorierte Taufzettel, meist aus dem Kt. Bern, wo diese hübsche Sitte ganz allgemein gewesen zu sein scheint und zur Entfaltung echt bäuerlichen Farben- und Formensinns Anlass gegeben hat. Ebensogut zur Tracht wie zum Brauch lassen sich die Brautkronen zählen, von denen 7 teilweise ausserschweizerische, aber recht interessante Exemplare durch Tausch von der Zürcher Sammlung für Völkerkunde eingingen. Wiederum aus dem Kanton Bern stammen 3 mit bäurischen Zeichnungen geschmückte Gedächtniszettel in Herzform, die dem Tod eines Kindes gewidmet sind. Dem heidnischen Festbrauch gehört an eine Fastnachtfigur aus Rapperswil: der sog. „Rölli", mit Holzlarve, Gewand und Schellengurt, der durch gütige Vermittlung von Frau Dr. *Julie Heierli* (Zürich) erworben werden konnte. Eine Ähnlichkeit mit der in unsrer Sammlung bereits vorhandenen Fastnachtfigur aus der gegenüberliegenden schwyzerischen March ist nicht zu verkennen. — Ein bronzener Schlagring aus Siders mag sich hier anschliessen.

Zur Medizin übergehend, nennen wir vor allem einen alten Operationsstuhl, den wir dem *Eidg. Sanitäts-Magazin* in Bern als Geschenk verdanken dürfen. Ein Umhängesäckchen mit Knoblauch gegen Keuchhusten schenkte Herr Dr. *M. K. Forcart*, eine hölzerne Klystierspritze für Schmalvieh, aus Binn, der *Vorsteher*.

Von Gegenständen aus der Volksreligion sind 4 Votivglieder aus den Kantonen Wallis, Luzern und Unterwalden (?) neu hinzugekommen, ferner 3 bäurisch gemalte Exvotobildchen, wovon eines mit weiblicher Unterwaldnertracht. 3 Osterkerzennägel stiftete die „*Basler Denkmalspflege*" durch Herrn Prof. *E. A. Stückelberg*. Eine bäurische St. Annenstatuette wurde in Binn gekauft. Dem griechisch-katholischen Gebiet entstammt ein messingenes Reisealtärchen, wie es die russischen Bauern mit auf die Fahrt nehmen. Das ganz byzantinische Formen aufweisende Stück war 1912 von Herrn Dr. *Walter Bally* in Moskau gekauft worden und wurde uns als Geschenk überwiesen.

Auch die jüdische Abteilung hat einigen Zuwachs erfahren. Einen Gebetsriemen (tefillin), wie ihn die Juden während des Gebets an die Stirn und den linken Arm binden, schenkte uns Herr *Ad. Fehlmann-Stöcklin*, Herr Dr. *J. Olsvanger* eine Rassel aus Weissblech („Grager" oder „Hamanschläger" genannt), die während des Lesens der Esthergeschichte immer beim Nennen des Namens „Haman" gedreht wird. Die Erwachsenen dagegen schlagen mit Stöcken auf die Bänke oder stampfen mit den Füssen, um Haman zu züchtigen. Eine ganz auffallende Analogie zu der katholischen Rumpelmette am Gründonnerstag, wo der Lärm als Züchtigung

des Judas Ischarioth gedeutet wird. Einen reich gestickten Thoramantel und 2 Bsombüchsen haben wir Herrn *Jacques Marx* als Geschenke zu verdanken.

Die Gruppe Aberglauben hat wenig Bemerkenswertes aufzuweisen. Zwei messingene Halbmonde von Pferdekummeten, die ursprünglich jedenfalls als Amulette verwendet wurden, schenkte Herr *H. W. Bröckelmann*, einen von Verbrechern in Palamidhi bei Nauplia hergestellten und als Schutz gegen Unheil getragenen Fingerring aus Horn Herr Kunstmaler *Heinr. Müller.*

Den Schluss möge das volkstümliche Bildwerk machen. Ungefähr 60 Stück verschiedenster Form und Verwendung (Gedenkzettel, Teurungszettel, Widmungsblättchen, Ziehbildchen, Nadelstichbildchen bäurische Tier- und Pflanzendarstellungen, Neujahrswünsche, Vermählungszettel u. a. m.) meist aus der Ostschweiz stammend, wurden in St. Gallen gekauft, einige schöne Scherenschnitte in Basel und Freiburg; ein eingerahmter kolorierter Neujahrswunsch ging uns aus Langental zu; als Geschenk erhielten wir von Herrn *Heinrich Müller* die Federzeichnung eines Crucifixus, dessen Körperlinien durch den winzig geschriebenen Text der Passionsgeschichte gezeichnet sind. Als Urheber nennt sich ein „Ecrivain Bedas“ in Nîmes. Das Stück mag aus den 1840er Jahren stammen.

Käufliche Erwerbungen	262
Tausch	10
Geschenke	197
Summe des Zuwachses 1918	469

Anthropologische Sammlung.

(Bericht des Vorstehers, Dr. *Fritz Sarasin.*)

Diese hat eine ausserordentliche Vermehrung dadurch erfahren, dass ihr Herr Prof. *Felix Speiser* sein ungemein reiches Schädel- und Skelettmaterial, 504 Nummern umfassend, das er in den Jahren 1910—12 auf den Neuen Hebriden und den Sta. Cruz Inseln gesammelt hat, als Depositum übergab. Herr *Speiser* knüpft daran die Bedingung, dass über die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Materials nur von ihm verfügt werden dürfe. — Andere Eingänge sind nicht zu verzeichnen.

Photographien-Sammlung und Bibliothek.

(Bericht des Vorstehers, Prof. *F. Speiser.*)

Die Photographien-Sammlung hat sich durch den Ankauf einer ca. 200 Stück umfassenden Photographien-Sammlung aus dem Orient vermehrt, die hauptsächlich architektonische Aufnahmen

umfasst. Gelegentliche Geschenke von einzelnen kleineren Bildern (Postkarten u. dergl.) sollen hier verdankt, aber nicht im Einzelnen angeführt werden.

Die *Bibliothek* wurde durch folgende Geschenke vermehrt:

Herr *R. De Bary-v. Bavier*, Basel: Reise der Astrolabe, deutsche Ausgabe; Cartes Géographiques des voyages du Capit. Meares.

„ Dr. *M. K. Forcart*, Basel: Herzog von Mecklenburg, Vom Congo zum Niger.

„ Prof. *Dr. Ed. Hoffmann-Krayer*, Basel: B. K. Sarkar, The Folk-Element in Hindu-Culture; Stefansson, Prehist. and Present Commerce among the Eskimos; P. Radin, Soc. Organ. of the Winnebagos; Knowles, Glenoid Fossa of Eskimos; P. Radin, Lit. Aspects of N. American Mythology; Korrespondenzblatt d. deutsch. Anthrop. Ges., 1917—18.

Jahresberichte der Museen von Bern, St. Gallen, Leiden, Lübeck, Prag (Knopfmuseum), Rotterdam etc.

Herr Pfr. *S. Preiswerk-Sarasin*, Basel: H. Vincent, Canaan.

„ Prof. Dr. *L. Rütimeyer*, Basel: W. Haake, Schöpfung des Menschen; L. Rütimeyer, Beiträge zur schweiz. Ethnographie; L. v. Schrenk, Die Völker des Amurlandes; Archiv für Anthropologie, Bd. 1—8; J. A. C. Löhr, Die Länder und Völker der Erde; Th. Belote, Desc. Catalogue of the Washington Relics in the U. S. Nat. Mus.; Casanovicz, Paraphernalia of a Corean Sorceress; W. Hough, The Hopi Indian Collection; Schweinfurth G., Im Herzen von Afrika; Petermanns Mitteilungen, 1855—1885.

Frau *E. Sarasin-Sauvain*, Basel, Legat: P. und F. Sarasin, Reisen in Celebes; Sven Hedin, Transhimalaya 1 und 2; F. Speiser, Südsee, Urwald, Kannibalen.

Herr Dr. *F. Sarasin*, Basel: Steinzeitliche Stationen des Birstals.

Herren Drs. *P.* und *F. Sarasin*, Basel: Zeitschrift f. Ethnologie, Prähistorische Zeitschrift, Anz. f. Schweiz. Altertumskunde, Fortsetzungen.

Herr Prof. *F. Speiser*, Basel: A. Le Roy, La Religion des Primitifs; K. Sapper, Mittelamerikanische Reisen.

Angekauft wurde H. und K. Anneler, Lötschen.

Verzeichnis des Zuwachses des Museums für Völkerkunde im Jahre 1918.

Prähistorische Sammlung.

Geschenke.

Herr *J. Gresly*, Kirchberg: Prähistorica aus der Höhle bei Liesberg.
„ Dr. *F. Sarasin*, Basel: Prähistorische Ausbeute aus Höhlen des Birstals, Birseck etc.
Herren Drs. *P.* und *F. Sarasin*, Basel: Prähistorica aus Wedda-Höhlen in Ceylon und Toála-Höhlen in Celebes.
Herr Prof. Dr. *F. Speiser*, Basel: Prähistorica aus einer Grotte bei Angenstein.
„ Prof. Dr. *E. A. Stückelberg*, Basel: 6 prähistorische Münzen vom Grossen St. Bernhard.

Polarvölker.

Geschenke.

Herr *R. De Bary-v. Bavier*, Basel: 31 aus Walrosszahn geschnitzte Menschen- und Tierfiguren der Eskimo aus Labrador.
„ Dr. *Gams*, Zürich: Ein Schuh aus Birkenrinde.
„ Dr. *F. Sarasin*, Basel: Boot der Skolterlappen.

Tauschverkehr.

Ethnographische Sammlung, Zürich: Pfeile, Tierfalle, Sack aus Fischhaut, Rentiersehne, Ostjaken; Ledergürtel, Puppen, Spindeln, Büchsen aus Birkenholz, Syrjänen; Jacke aus Fischdarm, Golden.

Afrika.

Geschenke.

Herr *J. Aeppli*, Uetikon a/See: 14 Goldgewichte, Goldküste.
„ Dr. *Th. Engelmann*, Basel: eine alt-ägyptische Vogelmumie.
„ *R. Friedrich*, Basel: 2 Trommeln, Aegypten; Pulverhorn und Pferdeschmuck, Marokko.
Frau Prof. *Kollmann*, Basel: Thongefäss, franz. Sudan.
Herr Prof. *L. Rütimeyer*, Basel: 2 Opfertischchen, Dahome, 1 Idol der Pahouins.
Frau *A. Stähelin-v. Enzberg*, Basel: 1 altägyptische Grabstele, XII. Dynastie.
Herr *Zäslin-Sulzer*, Basel: Lederpantoffeln, Aegypten.

Tauschverkehr.

Ethnographische Sammlung, Zürich: Fangschnur, Wochenkalender, Köcher und Pfeile der Kalahari-Buschleute, Gefäss aus Schildkrötenschale der Bergdamara, Schamschürze, Ledertäschchen, Esslöffel der Hottentoten.

Vorderasien.

Geschenke.

Herr Dr. *W. Bally*, Basel: 1 Paar Socken aus bunter Wolle, Kurden der Araratgegend.
„ Dr. *Th. Engelmann*, Basel: 2 ägyptische Glasgewichte.
„ Dr. *R. Geigy*, Basel: Kostüm einer türkischen Puppe, Brussa.
„ *L. Ziegler*, Basel: 1 Paar farbige Wollstrümpfe, Brussa.

Vorderindien.

Geschenke.

Herr Architekt *Em. La Roche*, Basel: Zeichnungen, Aquarelle, Pläne und Photographien indischer Grabdenkmäler.
„ *Alfr. Sarasin-Iselin*, Basel: Stuckornament von Bidschapur, Stäbchenkorb.

Ankäufe.

Mantel der Afridi; kanaresisches Palmblattbuch; 2 Ganeesa-Statuetten; 4 Glasperlenarmbänder.

Malayischer Archipel.

Ankäufe.

Dajakschwert und Baumbastjacke, Borneo; Dolch, Sulu-Inseln; Reislöffel, Java; Battakbuch, Sumatra.

China-Japan.

Geschenke.

Herr Prof. *E. Hoffmann-Krayer*, Basel: Chinesische Zither, Dominospiel, Bilderbuch.
„ Dr. *P. Sarasin*, Basel: Kinderspielzeug.
„ *Zäslin-Sulzer*, Basel: Glücksschwert, Maske.

Ankäufe.

Chinesische Opium- und andere Pfeifen, Spielfiguren.

Melanesien.

Ankäufe.

Bambus mit Zeichnungen, Neu-Caledonien.

Tauschverkehr.

Ethnographische Sammlung, Zürich: 2 Halsbänder aus Neu-Caledonien.

Polynesien.

Geschenke.

Herr Dr. *L. Geiger*, Basel: Zwei Rednerstäbe aus Samoa.
„ *P. Staudinger*, Berlin: Keule aus Fidji.

Ankäufe.

Mantel der Maori: Tapa-Muster aus Tahiti.

Amerika.

Geschenke.

Herr *G. Bronner*, Basel: Prärie-Peitsche.
„ Prof. *O. Fuhrmann*, Neuchâtel: Vase aus schwarzem Thon, eine menschliche Figur darstellend und Tanzrassel aus schwarzem Thon in Form einer Gesichtsmaske aus Columbien.
„ Dr. *Armin Im Obersteg*, Basel: Mantel, Kopfschmuck, Halskette und Brustschmuck der Kampas-Indianer.
„ *Meyer-Walter*, Basel: Ein Pfeilbogen, drei Pfeile, ein Schleuderbogen, eine Lanze, eine Tanzrassel, zwei Tanzstäbe, ein Kopfschmuck, vier Halsketten und zwei Kämme der Guarany-Indianer.
Frau *Stähelin-von Enzberg*, Basel: Ausrüstung und Bekleidung eines mexikanischen Reiters.

Ankäufe.

Jivaros-Kopf; Federmantel aus dem Amazonas-Gebiet?, Bastmütze von den Antillen; Kalebassen, Steigbügel etc.; Peruanische Altertümer.

Europa.

Geschenke.

a) An Gegenständen.

(Bei der grossen Zahl der geschenkten Gegenstände ist eine Einzelaufzählung nicht möglich. Bedeutendere Geschenke finden sich im Bericht erwähnt. Die beigefügte Zahl bezeichnet die Anzahl der geschenkten Gegenstände. Wo nichts weiteres bemerkt ist, sind die Donatoren in Basel wohnhaft.)

Fräulein *Anna Albert*, Bürglen: 16. — Herr Dr. *Hanns Bächtold:* 2. — Herr Dr. *Walter Bally:* 1. — *Basler Denkmalspflege:* 3. — Herr *H. W. Bröckelmann:* 3. — Herr *Samuel Buser:* 2. — Herr Prof. Dr. *A. Buxtorf:* 3. — Herr *Th. Delachaux*, Neuchâtel: 3. — Herr *J. Eichenberger*, Zurzach: 1. — Herr *Ad. Fehlmann-Stöcklin:* 1. — Herr *D. Fellmann*, Luzern: 2. — Herr Dr. *M. K. Forcart:* 1. — Erben von Herrn *Leonh. Friedrich:* 1. — Herr Prof. Dr. *E. Hoffmann-Krayer:* 78. — Herr *P. Hulliger:* 1. — Herr *H. Hummel:* 1. — Herr Dr. *E. A. Koechlin:* 9. — Herr Dr. *W. Liebi*, Zernez: 4. — Herr *Jacques Marx:* 3. — Herr *Heinrich Müller:* 2. — Herr Pfr. *Jos. Müller*, Altdorf: 1. — *Historisches Museum*, Bern: 1. — *Eidg. Nationalpark-Kommission:* 1. — *Schweiz. Oberpostdirektion*, Bern: 1. — Herr Dr. *J. Olsvanger:* 1. — Herr Dr. *Revilliod:* 2. — Herr Prof. Dr. *L. Rütimeyer:* 35. — *Eidg. Sanitäts-Magazin*, Bern: 1. — Herr Architekt *S. Schlatter*, St. Gallen: 1, — Sektion Basel des *Schweizer Alpenclub:* 1. — Herr *H. Stauder*, Zofingen: 3. — Herr *J. Stuber:* 1. — Herr Dr. *Wilh. Vischer:* 1. — Frau *Vogel-von Meiss*, Cham: 4. — Fräulein *A. M. Weis:* 6.

b) Geldbeiträge.

Frau *M. Bachofen-Vischer*, Fr. 50. — Herr Prof. Dr. *Dan. Burckhardt*, Fr. 10. — Frau *A. Forcart-Bachofen*, Fr. 20. — Herr *R. Gemuseus-Passavant*, Fr. 20. — Herr *F. Hoffmann-La Roche*, Fr. 500. — Herr Dr. *K. R. Hoffmann*, Fr. 50. — Herr G. *Krayer-La Roche*, Fr. 20. — Herr *M. Krayer-Freyvogel*, Fr. 20. — Herr *Jacques Marx*, Fr. 30. — Frau *A. Sarasin-Vonder Mühll*, Fr. 20. — Herr *E. R. Seiler*, Fr. 10. — Herr *A. Vischer-Krayer*, Fr. 20. — Herr *G. Zimmerlin-Boelger*, Fr. 10.

Manuskript eingegangen 13. Januar 1919.

Vierzigster Bericht

über die

J. M. Ziegler'sche Kartensammlung

1918.

I. Geschenke.

Kümmerly und Frey, Bern:

Dedijer, Carte des Pays Yougoslaves 1 : 1 000 000. Berne, Kümmerly et Frey, 1918. 1 Bl.

A. Menzi-Merz, Basel:

Menzi, Moorkarte von Mitteleuropa (Petermanns Geogr. Mitteilungen 1918, Taf. 9) 1 : 2 500 000. Gotha, Perthes, 1918. 1 Bl.

II. Anschaffungen.

Schülerkarte des Kantons Zug. 1 : 50 000. Bern, Kümmerly und Frey, 1918. 1 Bl.

Schülerkarte des Kantons Uri. 1 : 100 000. ibid. 1 Bl.

Gabrys, Carte ethnographique de l'Europe. 1 : 500 000 000. Bern, Kümmerly und Frey, 1918. 1 Bl.

Wöchentliche Kriegsschauplatzkarte. Nr. 161—207. 47 Blätter.

Schott, Gerh. Weltkarte zur Übersicht der Meeresströmung und Schiffswege. Aufl. 5. 1 : 28 000 000. Berlin, Dietrich Reimer, 1917. 1 Bl.

Der grosse Homann'sche Atlas. 142 und 107 Taf. in 2 Bänden.

Dufourkarte. 1 : 100 000. Neueste Ausgabe. Zweifarbig. 1918. 25 Bl.

Engelbrecht, Th. H. Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien. Berlin, Dietr. Reimer, 1916. 1 Bd.

Cantone Ticino. Carta pubblicata per cura del Dipartimento della pubblica educazione del cantone Ticino. 1 : 75 000. Bern, Kümmerly und Frey, 1918. 1 Bl., aufgez.

Siegfried-Atlas. Neueste Ausgaben von 49 Blättern.

Walser. Karte der Höhenregionen der Siedelungen der Schweiz. 1 : 200 000. Bern, Kümmerly und Frey, 1918. 1 Bl.

Die Einordnung der Kartenbestände in die im Jahre 1917 neuerstellten Schränke wurde zu Ende geführt. In diesem Jahr soll dann, nach erfolgter Revision der ganzen Sammlung, Interessenten Gelegenheit gegeben werden, an zwei Nachmittagen in der Woche, voraussichtlich Mittwochs und Freitags, die Karten an Ort und Stelle zu benützen.

Basel, den 18. Januar 1919.

Die Kommission der Naturforschenden Gesellschaft freut sich, aus diesem Berichte des Herrn Oberbibliothekars entnehmen zu dürfen, dass das langjährige Hindernis in der Benützung ihres schönen Eigentums bald behoben sein wird, und dass die hellen Räume des Kartenzimmers, in dem zu einer Kommissionssitzung sie sich am 25. Nov. 1918 erstmals versammeln konnte, bald allen Mitgliedern der Gesellschaft und allen weiteren Interessenten zugänglich sein sollen.

Den verehrlichen Donatoren und Spendern von Jahresbeiträgen sprechen wir für ihre Zuwendungen den verbindlichsten Dank aus. Wir empfehlen ihnen unsere Sammlung auch fernerhin aufs beste.

Basel, April 1919.

Im Namen des Vorstandes
der Naturforschenden Gesellschaft,

Der Bibliothekar:

M. Knapp.

Rechnung für das Jahr 1918.

Einnahmen.

Aktivsaldo voriger Rechnung	Fr.	3,865. 45
Jahresbeiträge	„	195. 25
Zinsen	„	898. 45
	Fr.	4,959. 15

Ausgaben.

Anschaffungen	Fr.	215. 45
Buchbinder	„	153. 50
Honorare	„	170. 50
Druck des Jahresberichtes	„	60. —
Bankspesen	„	3. 90
Kapitalanlage	„	3,500. —
Aktivsaldo auf neue Rechnung	„	855. 80
	Fr.	4,959. 15

Status.

Kapitalanlagen[1])	Fr.	18,500. —
Bar in Kassa	„	855. 80
Vermögensbestand am 31. Dezember 1918	Fr.	19,355. 80
„ „ 31. Dezember 1917	„	18,865. 45
Zunahme	Fr.	490. 35

Basel, den 11. Januar 1919.

C. Chr. Bernoulli.

[1]) Die angelegten Kapitalien sind beim Schweizerischen Bankverein deponiert.

Chronik der Gesellschaft.

Geschäftsjahr 1918—1919.

Vorstand.

Herr Prof. H. Preiswerk, Präsident.
„ Prof. H. Zickendraht, Vizepräsident.
„ Dr. W. Bally, von 1. Jan. ab Dr. E. Banderet, Sekretär.
„ L. Paravicini, Kassier.
„ Prof. A. Buxtorf, Redaktor.
„ Dr. M. Knapp, Bibliothekar.

Der diesjährige Bericht kann recht kurz gefasst werden, da der Verlauf des ganzen Zeitraumes ein normaler war. Nur die Grippe-Epidemie brachte eine Störung dadurch, dass Ende Oktober und Anfangs November 1918 die Sitzungen sistiert werden mussten.

Eine Hauptsorge, welche die Kommission mehrfach beschäftigte, war die Beibehaltung des finanziellen Gleichgewichtes, ohne die Aufgaben, die sich die Gesellschaft stellt, zu vernachlässigen, ohne insbesondere auch die Verhandlungen quantitativ und qualitativ zu schädigen. Der Jubiläumsfonds, dessen Zinsertrag wesentlich die Herausgabe der Verhandlungen im bisherigen Umfange ermöglichte, ist durch ein Legat von Fr. 2000 zum Andenken an unser verstorbenes Mitglied Herrn Dr. *W. Lotz-Rognon* geäufnet worden. Diese Zuweisung sei auch hier aufs beste verdankt.

Es drängt sich aber mit Notwendigkeit die Frage auf, in welcher Weise in Zukunft die Einnahmen der Gesellschaft vermehrt werden können.

Die Mitgliederbewegung war eine ziemlich starke. Insbesondere hat der Tod empfindliche Lücken in die Reihen der Gesellschaft gerissen (siehe die unten folgenden Verzeichnisse). An erfreulichen Anlässen sei erwähnt, dass unser Ehrenmitglied, Prof. *Simon Schwendener* in Berlin am 10. Februar den 90. Geburtstag feiern durfte, wozu wir ihm unsere Glückwünsche aussprachen. An der zu Ehren des 70. Geburtstages unseres Ehrenmitgliedes Prof. *Albert Heim* am 12. April von der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft veranstalteten Feier waren 2 Mitglieder des Vorstandes

vertreten. Am 5. Juli beging die Waadtländer Naturforschende Gesellschaft ihre 100-jährige Gründungsfeier, an der uns Herr Prof. *F. Fichter*, Ehrenmitglied dieser Gesellschaft, vertreten hat.

Es haben im Berichtsjahre 14 ordentliche Sitzungen stattgefunden und 1 Exkursion. Am 28. Mai nahm der Ingenieur- und Architektenverein an unserer Sitzung teil. Zu der Hauptversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte am 16. und 17. Mai war unsere Gesellschaft eingeladen und die zwei bei dieser Gelegenheit ausgeführten, wohlgelungenen Exkursionen erfreuten sich auch von Seiten unserer Mitglieder reger Beteiligung. Am 16. Mai führte Herr Dr. *Karl Stehlin* in die römischen Ruinen von Kaiseraugst, am 17. Mai Herr Dr. *Fritz Sarasin* in die prähistorische Station im Büttenloch bei Ettingen. Zur Teilnahme an der Schlussitzung am 9. Juli war wie gewohnt auch die Oeffentlichkeit aufgefordert worden; ein Nachtessen im Schützenhaus beschloss in üblicher Weise das Vereinsjahr.

Die laufenden Geschäfte erledigte der Vorstand in 5 Sitzungen.

Die Wahlen des Vorstandes fanden am 18. Juni statt. Er wurde folgendermassen bestellt:

Herr Prof. Dr. H. Zickendraht, Präsident.
„ Prof. Dr. E. Hedinger, Vizepräsident.
„ Dr. E. Banderet, Sekretär.
„ L. Paravicini, Kassier.
„ Prof. Dr. A. Buxtorf, Redaktor.
„ Prof. Dr. F. Speiser, Bibliothekar.

Verzeichnis der Sitzungen, Vorträge und Exkursionen.

1918.

9. Okt. Herr Prof. Dr. **G. Senn**: i. V. von Frl. Marguerite Henrici: Chlorophyllgehalt und Kohlensäureassimilation bei Alpen- und Ebenenpflanzen.

20. Nov. „ Dr. **E. Ludwig**: Die Entwicklung der Leber und des Pankreas.

4. Dez. „ Prof. Dr. **A. Vogt**: Die menschliche Netzhaut im roten Ophthalmoskopierlicht.

18. Dez. „ Prof. Dr. **A. Hagenbach**: Ein Apparat, um einen elektrischen Lichtbogen oder Funken unter erhöhtem oder vermindertem Druck zu erzeugen.

„ Dr. **R. Menzel**: Anabiose und Resistenz gegenüber Luftmangel bei frei lebenden Nematoden.

„ Prof. Dr. **H. Preiswerk**: Demonstration von Gesteinsschliffen.

1919.

22. Jan. Herr Prof. Dr. **F. Fichter**: Elektrochemische Darstellung von Salzen der Perphosphorsäuren.

„ Prof. Dr. **G. Wolff**: Physikalisch-biologische Beobachtungen an Schmetterlingsflügeln und Vogelfedern mit Demonstrationen.

5. Febr. „ Prof. Dr. **A. Stoll**: Ueber die Assimilation der Kohlensäure. (Referat über die Untersuchungen von R. Willstätter und A. Stoll.)

19. Febr. „ Prof. Dr. **H. Rupe**: Chemische Mitteilungen.

„ Prof. Dr. **H. K. Corning**: Demonstration von Präparaten und Diapositiven zur Entwicklung der Vögel.

5. März „ Dr. **J. L. Burckhardt**: Untersuchungen über die Aetiologie der Influenza 1918.

8. März **Geol. Exkursion**: Besichtigung neu aufgeschlossener Gletscherablagerungen bei Lausen; Führung Dr. **Ed. Greppin** und Dr. **F. Leuthardt**.

19. März Herr Prof. Dr. **A. Buxtorf**: Aus der Talgeschichte der Via mala.

30. April „ Dr. **H. Hunziker**: Das Schicksal der Leichen im Erdgrab.

14. Mai „ Dr. **E. Grossmann**: Ueber das Säuern der Wolle in der Militärtuchangelegenheit.

28. Mai „ Dr. **G. Paltzer**: Ueber die Technik der Tiefbohrungen.

„ Prof. Dr. **C. Schmidt**: Die geologischen Ergebnisse der Tiefbohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel.

4. Juni „ Dr. **H. G. Stehlin**: Ueber die Moustérienstation von Cotencher und ihr geologisches Alter.

18. Juni „ Prof. Dr. **R. Bing**: Zur Lokalisation psychischer Vorgänge im Gehirn.

9. Juli „ (Schlussitzung) Prof. Dr. **C. Schmidt**: Die Kohlen der Schweiz.

Jahresrechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Basel.

1. Juni 1918 bis 31. Mai 1919.

Einnahmen.

Jahresbeiträge:			
12 ordentliche pro 1918 . .	Fr. 144.—		
$356^1/_2$ „ „ 1919 . .	„ 4,278.—		
32 erhöhte „ 1919 . .	„ 641.—	Fr. 5,063.—	
Ausserordentliche Eingänge:			
Geschenk aus dem Trauerhause *Vöchting*	Fr. 1,000.—		
Nachträgliche Beiträge an den *Jubiläumsfonds*	„ 50.—	„ 1,050.—	
Kapitalzinsen		„ 2,625.—	
Konto-Korrentzinsen		„ 122.80	
Erlös aus Verhandlungen		„ 153.75	
Verschiedenes		„ 82.—	
		Fr. 9,096.55	

Ausgaben.

Ankauf von Wertschriften, zuzügl. Marchzinsen und Kommission	Fr. 1,010.25
Kosten von Band XXIX der Verhandlungen . . .	„ 6,174.80
Verwaltung der Gesellschaftsbibliothek	„ 1,200.—
Sitzungskarten, Zirkulare	„ 623.55
Vorträge und Beihilfe	„ 135.—
Einzugskosten	„ 75.75
Beitrag an Bund für Naturschutz	„ 50.—
Verschiedenes	„ 519.33
	Fr. 9,788.68
Die *Mehrausgaben* belaufen sich daher auf . . .	Fr. 692.13

Status des Vermögens per 31. Mai 1919.

Es ist mitzuteilen, dass sich das unantastbare Kapital um Fr. 1000.— vermehrt hat.

Unantastbares Vermögen.

$3\frac{1}{2}$%	Obligationen	Schweiz. Bundesbahnen, Serie A–K	Fr. 25,000.—
4 %	„	Kanton Basel-Stadt von 1910 . .	„ 10,000.—
$4\frac{1}{4}$ %	„	Kanton Basellandschaft von 1912	„ 10,000.—
$4\frac{3}{4}$ %	„	Kanton Schaffhausen von 1917 .	„ 10,000.—
5 %	„	VIII. Eidgenössisches Mobilisationsanleihen von 1917	„ 9,000.—
		Total nom.	Fr. 64,000.—

Betriebsreserve.

Guthaben bei der Schweiz. Kreditanstalt, Basel . .	Fr. 4,653.70
Guthaben bei der Handwerkerbank, Basel	„ 209.10
Guthaben auf Postcheck-Rechnung	„ 147,36
Total	Fr. 5,010.16

Basel, den 31. Mai 1919.

Der Kassier:

L. Paravicini.

Geprüft und richtig befunden:

Basel, den 11. Juni 1919.

Die Rechnungsrevisoren:

Prof. Dr. Th. Niethammer.

Dr. R. Menzel.

2. Nachtrag zum Mitgliederverzeichnis von 1917.

(Bd. XXVIII, 1. Teil, pg. 108—123; 1. Nachtrag Bd. XXIX, pg. 407—408). Abgeschlossen 10. Juli 1919.

Seit 3. Juli 1918 sind als ordentliche Mitglieder in die Gesellschaft aufgenommen worden:

1.	Herr	Dr. Otto Werdmüller	1918
2.	„	Prof. Dr. Hugo Hassinger	1918
3.	„	Dr. Emil Witschi	1918
4.	„	Prof. Dr. Gerhard Hotz	1918
5.	„	Georg Schneider	1918
6.	„	Rudolf Burckhardt-Iselin	1919
7.	„	Dr. med. Ernst Oswald	1919
8.	„	Prof. Dr. F. Lewandowsky	1919
9.	„	Dr. Georges Court	1919
10.	„	Dr. Hans Kägi	1919
11.	„	Dr. Emanuel Grossmann	1919
12.	„	Dr. Martin Iselin	1919
13.	„	Dr. Paul Hüssy, Oberarzt	1919
14.	„	Dr. Heinrich Werdenberg	1919
15.	„	Dr. Eduard Rudin	1919
16.	„	Ernst Ammann-Haberstich	1919
17.	„	Dr. Ludwig Braun	1919
18.	„	Dr. Emil Barell	1919
19.	„	Reinhard Straumann, Ingenieur	1919
20.	„	Dr. Georg Ostertag	1919
21.	„	Heinrich Mohn, Direktor	1919
22.	„	Dr. Fritz Rohrer	1919

Seit dem 3. Juli 1918 sind aus der Gesellschaft ausgetreten die ordentlichen Mitglieder:

			Mitglied von—bis
1.	Herr	Dr. Pierre Revilliod	1910—1918
2.	„	Dr. Albert Wydler	1914—1919
3.	„	Dr. Gottl. Imhoff	1916—1919
4.	„	Dr. Edgar Refardt	1910—1919

		Mitglied von bis
5.	Herr Dr. Robert T. Müller	1917—1919
6.	„ Alfred Ditisheim	1904—1919
7.	„ Dr. Constantin Janicki	1911—1919
8.	„ R. de Roeder	1916—1919
9.	„ Dr. Heinrich Hertenstein	1910—1919
10.	„ Ernst Anneler-Christen	1876—1919
11.	„ Prof. Dr. Hermann Griesbach	1883—1919
12.	„ Dr. med. Ludwig Reinhardt	1910—1919
13.	„ Dr. Traugott Sandmeyer	1889—1919

Durch den Tod verlor die Gesellschaft im gleichen Zeitraum

a) die ordentlichen Mitglieder:

		Mitglied von bis
1.	Herr Dr. Hermann Fröhlich	1908—1918
2.	„ Dr. Alfons Jaecklé-Wolff	1900—1918
3.	„ Theophil Vischer-Von der Mühll	1876—1919
4.	„ Dr. Jakob Stauffacher	1917—1919
5.	„ Dr. Walter Lotz-Rognon	1903—1919

b) die Ehrenmitglieder:

		Mitglied von bis
1.	Herr Dr. Johann Coaz, eidg. Oberforstinspektor	1902—1918
2.	„ Dr. Casimir de Candolle	1917—1918
3.	„ Prof. Dr. Simon Schwendener	1867—1919

c) die korrespondierenden Mitglieder:

		Mitglied von bis
1.	Herr Dr. Ferdinand Schalch, Bergrat	1917—1918
2.	„ Dr. Paul Choffat	1913—1919

Mitgliederbestand am 10. Juli 1919:

Ehrenmitglieder	17
Korrespondierende Mitglieder	36
Ordentliche Mitglieder	407

Tabelle 14. Kontrolltabelle. Basel.[*])

Allgemeine Daten

		Pflanze				Versuchsgefäss		mg pro Liter
[illegible]	[illegible]	Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Bellis perennis	250 m	18,5	18,5°	23°	Bedeckt, Regen	1,0
[illegible]	[illegible]	Bellis perennis	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Primula farinosa	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Primula farinosa vor Gewitter	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Grösse der Pflanzen

Pflanze	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Bellis perennis	0,5118	0,6	23,4	23,8	0,57	0,6	0,073	0,087	0,3015	0,4731	15,1	15,3
Bellis perennis	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa vor Gewitter	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Absolute Werte

Pflanze	I	II	I	II	I	II
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Bellis perennis	4,5	4,7	2,0	1,7	2,25	2,76
Bellis perennis	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa vor Gewitter	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Werte auf die Blattsubstanz bezogen

Pflanze	I	II	I : II	I	II	I : II	I	II	I : II	I	II	I : II
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Bellis perennis	8,8	7,8	*1,12*	19,2	19,7	*0,97*	7,8	7,8	*1,0*	61,6	54,0	*1,14*
Bellis perennis	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa vor Gewitter	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Ueberschuss resp. Verlust des assimilierten gegenüber dem ausgeatmeten CO_2

Pflanze	I	II	I : II	I	II	I : II	I	II	I : II
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Anthyllis Vulneraria	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Bellis perennis	34,2	34,4	*1,0*	8,2	6,3	*1,3*	10,5	12,8	*0,84*
Bellis perennis	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Primula farinosa vor Gewitter	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taraxacum officinale	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

*) I und II = Individuen desselben Standortes

Tabelle 17. CO_2-Assimilation von Anthyllis Vulneraria in Basel.

Nr.	Datum	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Ausgeschiedene Menge Kalomel in mgr. Mass für blauviolettes Licht	CO_2-Gehalt der Luft in mgr. pro Ltr	In einer Stunde wurden mgr. CO_2 assimiliert: Bezogen auf 100 cm² Blattfläche A	E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Bezogen auf 1 cm³ Blattvolumen A	E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Koeffizient Assimilation : Atmung A	E	Herkunft der Alpenpflanze	Bemerkungen
158	8. II. 17	−1/2°	1°	Diffuses Licht vom blauen Himmel	0	1,0	27,9	8,7	*3,22*	4,6	2,6	*1,75*	2,4	1,0	2300 m unterer Schafberg	*Niedere Temperatur* Schwaches Licht
159	9. II. 17	3/4°	2°	Diffuses Licht vom blauen Himmel	0	1,5	71,5	58,2	*1,23*	32,0	22,5	*1,42*	3,2	3,0	2300 m unterer Schafberg	
352	15.V. 17	21°	25°	Bedeckt. Vor starkem *Gewitter*	24,5	1,0	33,9	12,1	*2,79*	7,5	3,1	*2,4*	1,7	1,26	2300 m unterer Schafberg	Gewitter
338	7.V. 17	12°	13°	Bedeckt. In den letzten Minuten plötzlich klar	27,1	1,0	0	20,3	—	0	6,2	—	—	2,0	2300 m unterer Schafberg	Schwaches Licht
356	16.V. 17	16°	19°	Bedeckt, doch hell	30,0	1,4	12,4	20,7	*0,6*	2,8	4,5	*0,62*	1,25	3,56	2300 m unterer Schafberg	Schwaches Licht Hohe Temperatur
252	2. XI. 16	12°	26°	Klarer blauer Himmel	63,4	0,48	11,4	18,0	*0,63*	3,0	5,3	*0,56*	1,5	2,35	2300 m unterer Schafberg	
332	5.V. 17	19°	34°	Klarer blauer Himmel	63,8	1,0	36,4	32,3	*1,12*	6,6	9,1	*0,73*	2,29	2,0	2300 m unterer Schafberg	Übergangsstadium

Tabelle 18. CO_2-Assimilation von Anthyllis Vulneraria in Samaden.

Nr.	Datum	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Kalomel	CO_2-Gehalt	100 cm² A	E	Verhältnis	1 cm³ A	E	Verhältnis	Koeffizient A	E	Herkunft der Alpenpflanze	Bemerkungen
62	15.VI 16	10°	22°	Stark bewölkt, wenig Sonne	13,3	0,5	12,3	16,6	*0,74*	2,4	4,0	*0,6*	2,76	3,6	1700 m Samaden	Schwaches Licht Meist hohe Temperatur
68	26.VI. 16	11°	12°	Regen	14,0	1,0	1,1	9,9	*0,11*	0,3	2,6	*0,11*	0,47	0,64	1700 m Samaden	
74	4.VII. 16	14°	23°	Stark bewölkt, wenig Sonne	25,4	1,0	8,1	12,8	*0,63*	1,6	2,8	*0,6*	1,42	1,74	1700 m Samaden	
63	16.VI. 16	8°	25°	Klarer blauer Himmel	73,6	1,4	44,2	28,1	*1,57*	5,9	15,4	*0,4*	2,78	3,85	1700 m Samaden	
76	6.VII. 16	11°	26°	Klarer blauer Himmel mit vielen weissen Wolken	74,4	1,6	9,6	7,5	*1,65*	2,0	2,1	*0,95*	0,9	2,53	1700 m Samaden	
71	30.VI. 16	10 1/2°	28°	Klarer blauer Himmel mit einzelnen Wolken	80,0	0,5	8,2	3,5	*2,3*	1,6	1,2	*1,33*	0,43	0,16	1700 m Samaden	Starkes Licht. Meist niedere Temperatur
231	21. IX. 16	1 1/2°	11°	Himmel überzogen, doch hell. Schwache Sonne. *Schneebedeckter Boden*	98,0	0,6	6,8	2,7	*2,47*	1,3	0,7	*1,9*	2,2	2,0	1700 m Samaden	
72	1.VII. 16	13°	34°	Klarer blauer Himmel	100,0	0,5	10,7	4,6	*2,4*	2,6	1,1	*2,36*	0,91	0,35	1700 m Samaden	
223	9. IX. 16	8 1/2°	25°	Klarer blauer Himmel	120,0	0,6	13,4	8,8	*1,48*	2,8	2,0	*1,4*	2,5	3,0	1700 m Samaden	
247	10. X. 16	1 1/2°	22°	Blauer Himmel mit etwas weissem Dunst	158,0	1,2	9,9	4,8	*2,07*	1,9	1,0	*1,9*	2,18	2,76	1700 m Samaden	
245	7. X. 16	4 1/2°	26°	Klarer blauer Himmel	201,2	0,5	9,3	2,1	*4,43*	2,0	0,5	*4,0*	1,25	0,4	1700 m Samaden	
233	23. IX. 16	−1°	31°	Klarer blauer Himmel. Wenig *Schnee* auf dem Boden	202,0	0,5	6,2	3,8	*1,63*	1,2	0,8	*1,5*	1,6	1,25	1700 m Samaden	

Tabelle 19. CO_2-Assimilation von Anthyllis Vulneraria auf Muottas Muraigl.

Nr.	Datum	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Kalomel	CO_2-Gehalt	100 cm² A	E	Verhältnis	1 cm³ A	E	Verhältnis	Koeffizient A	E	Herkunft der Alpenpflanze	Bemerkungen
90	26.VII. 16	4°	6°	Bedeckt	20,5	0,5	7,4	2,9	*2,58*	2,3	0,7	*3,26*	1,45	1,8	1700 m Samaden	Schwaches Licht *Niedere Temperatur*
88	23.VII. 16	8°	12°	Bedeckt, etwas Regen	30,0	0,6	6,7	6,6	*1,0*	1,6	3,1	*0,5*	4,9	1,95	1700 m Samaden	Schwaches Licht
213	24.VIII. 16	4 1/2°	11°	Bedeckt. Einzelne Sonnenblicke	37,5	0,4	6,6	5,1	*1,28*	1,4	1,2	*1,17*	1,6	1,59	1700 m Samaden	Schwaches Licht *Niedere Temperatur*
209	19.VIII. 16	3°	6 1/2°	Bedeckt. Sonnenblicke	45,0	0,6	16,1	8,0	*2,0*	3,3	2,0	*1,65*	1,64	1,73	1700 m Samaden	
82	15.VII. 16	3°	16°	Blauer Himmel mit vielen Wolken	67,0	0,5	11,4	6,4	*1,75*	3,0	1,6	*1,9*	3,2	2,26	1700 m Samaden	
80	13.VII. 16	4°	15°	Blauer Himmel mit vielen weissen Wolken. *Schneebedeckter Boden*	78,5	0,6	6,9	9,2	*0,76*	1,5	2,8	*0,55*	1,65	2,0	1700 m Samaden	Niedere Temperatur doch *Schnee*
85	19.VII. 16	6°	15°	Hellblauer Himmel mit vielen Wolken	105,0	0,6	15,3	6,5	*2,34*	3,7	1,9	*1,95*	2,48	2,0	1700 m Samaden	Starkes Licht
203	12.VIII. 16.	3 1/2°	22°	Blauer Himmel. Am Horizont viel Wolken	118,0	0,5	27,7	6,9	*4,0*	6,3	3,4	*1,85*	1,47	1,19	1700 m Samaden	
219	2. IX. 16	2°	23°	Klarer blauer Himmel	120,0	0,5	34,8	14,0	*2,49*	5,1	3,4	*1,5*	1,53	1,68	1700 m Samaden	
91	27.VII. 16	4 1/2°	19°	Klarer blauer Himmel mit wenig weissen Wolken	125,0	0,5	9,1	6,1	*1,5*	3,8	2,1	*1,84*	2,09	1,5	1700 m Samaden	
97	2.VIII. 16	8°	27°	Klarer blauer Himmel	139,0	0,6	14,0	6,5	*2,15*	3,8	2,0	*1,9*	1,29	2,5	1700 m Samaden	

Tabelle 22. CO_2-Assimilation von Bellis perennis in Basel.

Nr.	Datum	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Ausgeschiedene Menge Kalomel in mgr. Mass für blauviolettes Licht	CO_2-Gehalt der Luft in mgr. pro Ltr.	In einer Stunde wurden mgr. CO_2 assimiliert: Bezogen auf 100 cm² Blattfläche A	Bezogen auf 100 cm² Blattfläche E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Bezogen auf 1 cm³ Blattvolumen A	Bezogen auf 1 cm³ Blattvolumen E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Koeffizient Assimilation: Atmung A	Koeffizient Assimilation: Atmung E	Herkunft der Alpenpflanze	Bemerkungen
154	3. II. 17	0°	0°	Diffuses Licht	0	1,0	98,8	13,3	*7,4*	35,6	3,6	*10,0*	1,64	0,9	1780 m Alp Russeim	
160	10. II. 17	2°	2,5°	Diffuses Licht von blauem Himmel	0	1,0	116,8	42,3	*2,75*	33,0	10,5	*3,2*	1,33	1,4	1780 m Alp Russeim	Niedere Temperatur
157	7. II. 17	3°	4°	Diffuses Licht	0	1,0	100,1	31,3	*3,19*	27,5	10,0	*2,75*	2,75	1,5	1780 m Alp Russeim	
30	2. II. 16	9°	14°	Gegen Sonnenuntergang. Diffus. Licht v. blauem Himmel	0,8	0,2	66,1	26,6	*2,53*	38,0	8,9	*4,27*	0,53	0,44	2000 m Männlichen	Sonnenuntergang
23	20. I. 16	9°	9°	Bedeckt	14,2	0,97	127,0	131,9	*0,96*	38,2	72,0	*0,53*	1,7	1,7	2000 m Männlichen	
33	8. II. 16	6,25°	6,25°	Bedeckt	15,0	1,2	31,4	142,6	*0,22*	10,0	38,6	*0,26*	1,07	1,51	2000 m Männlichen	
28	29. I. 16	9°	11,5°	Weissblauer Himmel	15,1	0,3	14,7	52,6	*0,28*	4,8	16,8	*0,29*	0,53	0,84	2000 m Männlichen	
35	11. II. 16	5°	9°	Bedeckt	15,9	2,0	127,0	181,7	*0,7*	65,6	84,0	*0,78*	3,0	2,89	1400 m Wengen	
47	1. V. 16	19,6°	26°	Bedeckt	17,6	0,54	0	28,2	—	0	13,0	—	0	3,0	1400 m Wengen	
24	21. I. 16	7°	8,5°	Bedeckt. Sonnenblicke	20,0	0,7	43,7	51,7	*0,84*	9,3	12,0	*0,77*	1,08	1,0	1400 m Wengen	Schwaches Licht
21	13. I. 16	7°	7°	Leichter Regen	22,4	0,7	11,4	49,7	*0,23*	5,2	20,0	*0,26*	2,2	1,5	1400 m Wengen	
59	20 V. 16	18°	30°	Klarer blauer Himmel. Kühlung	27,1	0,8	55,1	66.0	*0,83*	27,5	21,0	*1,3*	0,37	0,66	2000 m Männlichen	
26	26. I. 16	9°	12°	Weissblauer Himmel	27,8	1,2	18,7	121,1	*0,15*	15,8	16,1	*0,99*	2,66	1,91	2000 m Männlichen	
43	26. IV. 16	18°	32°	Klarer blauer Himmel. Später Wolken	31,8	0,56	21,9	51,0	*0,43*	6,3	16,3	*0,39*	0,74	2,43	1400 m Wengen	
58	19. V. 16	20°	26°	Blauer Himmel. Kühlung	33,0	1,7	347,6	105,7	*3,28*	97,0	35,4	*2,74*	2,81	2,39	2000 m Männlichen	Schwaches Licht Kühlung
40	8. III. 16	4,5°	14°	Anfangs blauer, dann dunstiger Himmel	34,2	0,49	22,8	15,9	*1,43*	9,4	5,1	*1,84*	0,9	3,49	2000 m Männlichen	Übergangsstadium niedere Temperatur
39	29. III. 16	10°	23°	Bewölkt	36,5	0,55	64,1	37,8	*1,69*	30,8	11,1	*2,77*	1,15	1,64	2000 m Männlichen	
37	25. II. 16	3°	5,5°	Bewölkt. Sonnenblicke. *Schneebedeckter Boden*	37,0	0,4	31,2	55,9	*0,54*	10,8	23,1	*0,47*	1,9	1,16	1400 m Wengen	Schnee
54	13. V. 16	17°	26°	Weisser dunstiger Himmel	37,6	1,0	205,9	380,7	*0,54*	150,0	72,1	*2,07*	0,8	0,3	2000 m Männlichen	Junge Pflanzen
32	4. II. 16	11,5°	17°	Weisse Wolken am blauen Himmel	37,7	2,2	491,5	120,6	*4,0*	207,2	34,4	*6,0*	5,37	3,65	1400 m Wengen	Junge Pflanzen
42	15. III. 16	13,5°	30°	Klarer blauer Himmel	40,0	0,6	65,9	33,6	*1,95*	29,4	11,3	*2,5*	1,64	1,54	2000 m Männlichen	
34	10. II. 16	5,5°	15°	Blauer Himmel mit weissen Wolken. *Schneebed. Boden*	44,3	1,9	82,4	100,0	*0,82*	23,7	56,0	*0,42*	1,33	1,16	2000 m Männlichen	Schnee
49	4. V. 16	23°	35°	Klarer blauer Himmel	47,3	1,0	55,8	62,3	*0,9*	20,3	17,9	*1,13*	0,64	0,44	1400 m Wengen	
52	11. V. 16	16°	32°	Blauer Himmel	52,5	1,0	155,4	231,6	*0,67*	82,2	60,0	*1,37*	3,48	2,26	2000 m Männlichen	
45	28. IV. 16	17°	37°	Klarer blauer Himmel	53,8	1,3	140,6	313,2	*0,45*	44,2	66,5	*0,66*	5,57	2,61	1400 m Wengen	
51	9. V. 16	12,5°	25°	Blauer Himmel mit vielen weissen Wolken	54,8	1,1	313,5	375,6	*0,83*	77,0	74,0	*1,04*	1,57	1,1	2000 m Männlichen	Übergangsstadium
38	28. II. 16	8,5°	21°	Klarer blauer Himmel. *Schneebedeckter Boden.* Kühlung	58,7	0,2	29,0	29,5	*0,98*	8,3	9,8	*0,85*	0,2	0,5	1400 m Wengen	
31	3. II. 16	6°	21°	Klarer blauer Himmel. Kühlung	60,5	1,9	238,5	80,8	*2,95*	87,4	28,6	*3,05*	3,92	3,27	1400 m Wengen	Niedere Temperatur Kühlung
27	28. I. 16	12°	16°	Blauer Himmel mit weissen Wolken	60,9	1,2	116,5	73,6	*1,58*	51,1	27,1	*1,87*	2,68	2,7	1400 m Wengen	
48	3. V. 16	19°	35°	Klarer blauer Himmel	64,3	1,2	137,0	141,1	*0,98*	37,0	33,8	*1,1*	0,82	0,8	2000 m Männlichen	
44	27. IV. 16	20,5°	30°	Klarer blauer Himmel	64,8	0,7	211,5	120,1	*1,76*	62,0	22,9	*2,7*	1,06	1,34	2000 m Männlichen	
46	29. IV. 16	19,3°	32°	Blauer Himmel mit weissen Wolken	69,6	0,7	242,1	116,1	*2,08*	38,1	37,9	*1,02*	1,55	1,84	2000 m Männlichen	
53	12. V. 16	17°	40°	Klarer blauer Himmel	70,0	1,0	111,0	284,9	*0,39*	29,7	66,2	*0,45*	1,53	1,2	2000 m Männlichen	
36	21. II. 16	1,5°	18°	Klarer blauer Himmel. *Schneebedeckter Boden*	73,4	1,9	92,0	148,7	*0,62*	33,9	47,6	*0,71*	1,62	1,24	2000 m Männlichen	Schnee
41	14. III. 16	13°	35°	Klarer blauer Himmel	88,7	0,8	91,4	20,2	*4,52*	29,4	6,5	*4,54*	1,71	1,97	2000 m Männlichen	Starkes Licht

Tabelle 23. CO_2-Assimilation von Bellis perennis in Samaden.

Nr.	Datum	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Ausgeschiedene Menge Kalomel in mgr. Mass für blauviolettes Licht	CO_2-Gehalt der Luft in mgr. pro Ltr.	In einer Stunde wurden mgr. CO_2 assimiliert: Bezogen auf 100 cm² Blattfläche A	E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Bezogen auf 1 cm³ Blattvolumen A	E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Koeffizient Assimilation: Atmung A	E	Herkunft der Alpenpflanze	Bemerkungen
221	7. IX. 16	8½°	11½°	Leichter Regen	19,0	0,5	0	9,3	—	0	2,6	—	—	1,45	2000 m Männlichen	Zu schwaches Licht
238	29. IX. 16	6½°	10°	Stark bewölkt. Regen	62,0	0,5	32,0	22,5	*1,42*	6,9	6,9	*1,0*	2,0	3,1	2000 m Männlichen	Schwaches Licht, doch niedr. Temp.
224	11. IX. 16	11°	24°	Bedeckt, aber viel Sonnenblicke	87,0	0,6	62,6	30,1	*2,08*	18,0	7,6	*2,37*	3,6	2,24	2000 m Männlichen	Starkes Licht
243	5. X. 16	7°	13½°	Himmel dunstig mit Wolken	103,3	0,5	22,6	3,8	*6,54*	4,9	0,8	*6,15*	0,86	0,2	2000 m Männlichen	
244	6. X. 16	8°	17°	Bedeckter Himmel mit viel Sonnenblicken	109,8	0,6	32,6	9,2	*3,54*	9,2	2,0	*4,6*	1,35	0,53	2000 m Männlichen	
225	13. IX. 16	6°	29°	Klarer blauer Himmel	124,5	0,5	28,1	15,4	*1,83*	6,4	4,1	*1,56*	2,4	2,4	2000 m Männlichen	
228	16. IX. 16	3°	25°	Klarer blauer Himmel mit wenigen Wolken	133,0	0,4	35,4	24,2	*1,46*	7,6	6,2	*1,23*	4,4	2,06	2000 m Männlichen	
229	18. IX. 16	3°	25°	Sehr grelles Licht im letzten Viertel. Vorher schwarz. Wolk.	141,3	0,6	43,8	36,7	*1,2*	15,2	10,4	*1,43*	3,1	3,28	2000 m Männlichen	
232	22. IX. 16	2½°	23°	Klarer blauer Himmel m wenig. Wolken. *Schneebed. Boden*	148,5	0,5	36,2	30,0	*1,2*	9,3	7,2	*1,29*	1,16	1,5	2000 m Männlichen	Schnee
235	26. IX. 16	4°	28°	Klarer blauer Himmel	184,3	0,5	114,2	18,0	*6,34*	27,8	4,3	*6,48*	2,0	1,0	2000 m Männlichen	Sehr starkes Licht
251	14. X. 16	2°	26°	Klarer blauer Himmel. Vor starkem Schneefall	201,2	0,5	80,5	46,1	*1,75*	23,5	8,5	*2,77*	2,35	1,13	2000 m Männlichen	
248	11 X 16	½°	24°	Klarer blauer Himmel	206,0	0,5	50,3	0	—	13,5	0	—	1,0		2000 m Männlichen	

Tabelle 24. CO_2-Assimilation von Bellis perennis auf Muottas Muraigl.

83	17. VII. 16	5°	6½°	*Schneefall*	18,0	0,5	35,8	72,4	*0,49*	11,8	25,0	*0,47*	1,66	1,66	2000 m Männlichen	Schnee
208	18. VIII. 16	4½°	13°	Nebel. Sonnenblicke	48,8	0,5	61,8	31,9	*1,94*	8,5	7,6	*1,12*	1,0	3,1	2000 m Männlichen	Niedere Temperatur
217	29 VIII. 16	8½°	12°	Bedeckt. In d. letzten Min. fällt viel Kalom. aus, da hell u. klar	60,5	0,5	123,3	250,0	*0,49*	18,0	30,0	*0,6*	0,9	1,88	2000 m Männlichen	Schwaches Licht
202	10. VIII. 16	6½°	25°	Blauer Himmel mit leichtem Cirrhus	122,5	0,5	215,5	178,6	*1,21*	50,0	40,0	*1,25*	1,66	1,33	2000 m Männlichen	Starkes Licht
86	21 VII. 16	–1°	16°	Klarer blauer Himmel	151,0	0,5	57,1	16,7	*3,43*	16,6	3,8	*4,3*	2,3	0,71	2000 m Männlichen	
212	23. VIII. 16	–1°	24°	Klarer blauer Himmel	156,0	0,4	22,8	8,8	*2,6*	7,4	2,4	*3,05*	1,49	1,2	2000 m Männlichen	
100	5. VIII. 16	2°	20°	Klarer blauer Himmel	175,0	0,6	138,5	20,5	*6,74*	100,0	6,0	*16,6*	3,3	0,38	2000 m Männlichen	

Tabelle 27. CO_2-Assimilation von Primula farinosa in Basel.

Nr.	Datum	Schattentemperatur in °C	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Ausgeschiedene Menge Kalomel in mgr. Mass für blauviolettes Licht	CO_2-Gehalt der Luft in mgr. pro Ltr.	In einer Stunde wurden mgr. CO_2 assimiliert: Bezogen auf 100 cm² Blattfläche A	E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Bezogen auf 1 cm³ Blattvolumen A	E	Verhältnis Alpenpfl.: Ebenenpfl. Ebenenpfl. = 1	Koeffizient Assimilation: Atmung A	E	Herkunft der Alpenpflanze	Bemerkungen
365	21. V. 17	18½°	20°	Bedeckt, sehr dunkel	0	1,2	0	55,4	—	0	14,6	—	—	1,5	1700 m Samaden	Schwaches Licht Hohe Temperatur
360	19. V. 17	19½°	21°	Bedeckt	24,0	1,1	68,0	59,0	*1,14*	13,2	17,0	*0,77*	1,6	1,64	1700 m Samaden	Schwaches Licht Hohe Temperatur
61	2. VI. 16	27°	35°	Blauer Himmel mit weissen Wolken	36,2	0,3	5,3	14,4	*0,37*	2,0	5,0	*0,4*	0,2	0,3	1600 m Berneroberland	
331	4. V. 17	19°	31°	Schleier am blauen Himmel	36,3	1,5	193,2	131,5	*1,46*	30,5	28,0	*1,1*	1,0	2,33	1700 m Samaden	
353	16. V. 17	18½°	30°	Zuerst bedeckt, dann heller. Vor Gewitter	46,8	1,0	74,2	20,2	*3,66*	16,4	4,6	*3,6*	1,5	1,24	1700 m Samaden	
339	8. V. 17	17½°	34°	Himmel stark blau mit weissen Wolken	70,7	1,0	66,2	35,2	*1,84*	14,0	10,0	*1,4*	3,0	1,83	1700 m Samaden	Genügend Licht für jede Temperatur
330	3. V. 17	19½°	34°	Klarer blauer Himmel	72,3	1,5	168,4	54,6	*3,08*	40,4	18,0	*2,24*	3,29	1,4	1700 m Samaden	
349	14. V. 17	22½°	46°	Klarer blauer Himmel	88,9	0,7	25,6	14,1	*1,81*	8,2	3,4	*2,38*	0,66	0,46	1700 m Samaden	

Tabelle 28. CO_2-Assimilation von Primula farinosa in Samaden.

77	7. VII. 16	12°	23°	Ganzer Himmel bedeckt	22,0	0,8	53,4	54,1	*0,99*	11,0	23,0	*0,5*	0,6	0,9	1700 m am Inn b. Samaden	Schwaches Licht
75	5. VII. 16	10°	19°	Regen, hellere Augenblicke	32,2	0,9	41,1	35,1	*1,17*	15,0	11,0	*1,36*	0,38	0,67	1700 m am Inn	
64	17. VI. 16	15°	16°	Dicker weisser Dunst	44,4	1,3	54,9	33,1	*1,65*	20,5	17,8	*1,15*	0,95	0,9	1700 m am Inn	
73	3. VII. 16	15°	23°	Stark bewölkt. Vor Gewitter Sonnenblicke	46,9	0,8	191,7	28,4	*6,76*	57,5	9,5	*6,05*	1,43	0,2	1700 m am Inn	
241	3. X. 16	4½°	9°	Blauer Himmel, stark bewölkt	52,0	0,5	59,8	33,2	*1,8*	14,8	7,3	*2,0*	1,33	1,1	1700 m am Inn	Genügend Licht
237	28. IX. 16	9½°	15°	Stark bewölkt	53,8	0,5	30,0	10,4	*2,87*	8,3	3,0	*2,7*	2,5	1,71	1700 m am Inn	
226	14. IX. 16	9½°	14°	Sehr stark bewölkt	60,0	0,5	68,1	40,9	*1,66*	28,0	11,0	*2,54*	2,8	2,2	1700 m am Inn	
78	8. VII. 16	12½°	22°	Blauer Himmel mit vielen weissen Wolken	73,4	0,5	71,6	52,4	*1,36*	35,0	17,0	*2,0*	3,5	2,32	1700 m am Inn	
69	27. VII. 16	14°	28°	Blauer Himmel mit weissen Wolken	89,0	0,5	123,3	87,8	*1,4*	41,5	21,5	*1,9*	1,0	1,86	1700 m am Inn	
70	29. VI. 16	8°	25°	Blauer Himmel mit weissen Wolken *Schnee*	93,0	0,5	23,0	19,4	*1,18*	6,4	5,9	*1,09*	0,67	0,77	1700 m am Inn	Schnee
65	20. VI. 16	8°	25°	Klarer blauer Himmel	100,0	0,5	56,0	35,9	*1,58*	14,6	8,3	*1,76*	1,06	0,8	1700 m am Inn	
249	12. X. 16	2°	24°	Blauer Himmel mit etwas weissem Dunst	168,7	0,7	129,1	40,5	*3,18*	51,0	9,6	*5,3*	3,0	1,2	1700 m am Inn	
234	25. IX. 16	2°	27°	Klarer blauer Himmel. *Schneeflecken*	188,2	0,5	22,4	14,3	*1,56*	8,0	3,8	*2,1*	2,0	1,5	1700 m am Inn	Starkes Licht
242	4. X. 16	4½°	29°	Klarer blauer Himmel	188,5	0,5	58,1	27,2	*2,14*	32,0	10,0	*3,2*	1,0	0,5	1700 m am Inn	
246	9. X. 16	5½°	27°	Klarer blauer Himmel	225,0	0,75	148,8	17,1	*8,7*	64,0	4,3	*14,8*	1,6	1,13	1700 m am Inn	

Tabelle 29. CO_2-Assimilation von Primula farinosa auf Muottas Muraigl.

79	12. VII. 16	1½°	6½°	Nebel mit Sonnenblicken	22,0	0,3	31,4	0	—	8,5	0	—	1,7	0	1700 m Samaden	Niedrige Temperatur
207	17. VIII. 16	8°	14°	Sehr stark bewölkt. Nachher Gewitter	33,1	0,6	121,7	23,3	*5,23*	19,2	6,7	*2,88*	1,53	2,3	2300 m Schafberg	Gewitter
211	22 VIII. 16	0°	4½°	Sehr stark bewölkt. Zuletzt eisiger Regen	45,5	0,4	99,1	5,9	*16,9*	23,0	1,7	*13,4*	1,53	0,5	2300 m Schafberg	Niedrige Temperatur
92	29. VII. 16	6°	12°	Stark bewölkt	46,0	0,7	35,6	25,3	*1,4*	8,8	5,7	*1,54*	1,47	2,0	2300 m Schafberg	Genügend Licht
218	1. IX. 16	−4½°	20°	Klarer blauer Himmel. *Schneebedeckter Boden*	115,6	0,7	110,0	62,7	*1,76*	33,0	16,3	*2,0*	1,5	1,63	2400 m Muraigltal	
84	18. VII. 16	3°	19°	Blauer Himmel mit weissen Wolken	125,5	0,4	59,1	19,5	*3,03*	22,0	4,7	*4,65*	1,32	1,04	2300 m Schafberg	
98	3. VIII. 16	8°	27°	Klarer blauer Himmel	139,0	0,6	103,8	19,1	*5,43*	22,0	7,9	*2,8*	1,1	1,29	2300 m Schafberg	Starkes Licht
201	9. VIII. 16	6½°	25°	Klarer blauer Himmel. Am Rand des Horizontes Nebel	147,0	0,5	225,0	30,0	*7,5*	27,0	8,4	*3,0*	2,25	1,9	2300 m Schafberg	
87	22. VII. 16	2½°	16°	Klarer blauer Himmel	150,0	0,4	29,1	6,7	*4,36*	10,8	2,0	*5,4*	1,8	0,47	2300 m Schafberg	

Tabelle 31. CO_2-Assimilation von Taraxacum officinale in Basel.

Nr.	Datum	Schattentemperatur	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Menge [illegible] Licht	CO_2-Gehalt der Luft	Bezogen auf 100 cm² Blattfläche A	F	Verhältnis Alpen : Ebene	Bezogen auf [illegible] A	F	Verhältnis Alpen : Ebene	Koeffizient Assimilation : Atmung A	F	Herkunft der Versuchspflanze	Bemerkungen
[illegible]	6 II 17	2°	[illegible]	[illegible]	0	1,0	26,1	[illegible]	0,12	[illegible]	8,0	[illegible]	[illegible]	1,14	2150 m Muottas Muraigl	[illegible]
[illegible]	[illegible] 17	[illegible]	4	Diffuses Licht v. blauen Himmel. Schneebedeckter Boden	0	1,0	[illegible]			[illegible]	22,0	0,41	1,0	1,33	2450 m Muottas Muraigl	Schnee
[illegible]	15 I 17	[illegible]	7°	[illegible]	0	1,8	[illegible]	[illegible]	2,12	14,0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,89	2450 m Muottas Muraigl	Niedrige Temperatur
[illegible]	16 X 15	[illegible]	[illegible]	Klarer blauer Himmel. Sonne am Untergehen	0,7	0,9	66,6	11,9	5,5	32,5	7,1	4,6	2,32	2,47	2700 m Eggishorn	Sonnenuntergang
[illegible]	1 II 16	[illegible]	4°	Bedeckt	5,0	0,2	55,7	7,0	8,0	18,7	3,1	5,8	0,62	1,2	2300 m Männlichen	Niedrige Temperatur
11	4 X 15	7°	7°	Stark bewölkt	<10,0	0,6	47,8	8,0	6,0	15,6	3,6	4,38	0,93	1,0	2700 m Eggishorn	Erste kalte Tage
16	26 X 15	6°	8°	Nebel	<10,0	0,8	24,3	44,8	0,5	12,0	22,5	0,53	0,86	0,86	2700 m Eggishorn	Schwaches Licht
[illegible]	6 X 16	9°	9°	Nebel. Nach einer sehr kalten Nacht	<10,0	0,7	19,1	2,5	7,4	9,0	1,6	5,6	0,72	0,56	2700 m Eggishorn	Erste kalte Tage
18	6 I 16	6 1/2°	6 1/2°	Regen	15,0	0,2	11,4	43,6	0,38	4,5	25,0	0,18	0,58	0,74	1400 m Männlichen	Schwaches Licht
19	7 I 16	12°	13°	Regen	<15,0	0,6	5,3	4,6	1,15	3,3	4,0	0,8	0,41	0,57	2700 m Eggishorn	Schwaches Licht
13	8 X 15	14°	19 1/2°	Bedeckt. Sonnenblicke	<15,0	0,2	14,4	15,6	0,9	4,8	9,3	0,5	[illegible]	[illegible]	2700 m Eggishorn	Schwaches Licht Hohe Temperatur
50	5 V 16	20°	23°	Bedeckt, schwül	18,5	1,4	47,8	63,3	0,70	13,2	20,1	0,66	0,53	1,29	1800 m Männlichen	
15	15 X 15	17°	20°	Sonnenblicke. Bewölkt. Sonne verschwindet hinter Häusern	24,2	0,9	63,3	8,9	7,1	36,2	3,2	11,4	2,0	1,5	2700 m Eggishorn	Sonnenuntergang
25	24 I 16	9°	21°	Klarer blauer Himmel. Sonne am Untergehen	26,0	0,2	23,8	2,7	9,0	6,5	0,7	9,0	1,15	0,13	2700 m Eggishorn	[illegible]
14	14 X 15	15°	16°	Bewölkt. Sonnenblicke	28,7	1,0	72,4	32,4	2,24	29,3	19,4	1,3	1,05	1,14	2700 m Eggishorn	
57	18 V 16	21°	26°	Klarer blauer Himmel. Kühlung	30,3	0,8	56,3	53,9	1,04	17,2	17,6	1,0	[illegible]	1,0	[illegible]	
17	16 IX 15	3 1/2°	5°	Klarer blauer Himmel	37,8	0,2	9,5	4,1	2,48	5,5	1,9	2,8	0,46	0,32	2700 m Eggishorn	Niedrige Temperatur
10	1 X 15	8°	14°	Nebel. Wenig Sonne	38,8	0,8	10,0	7,9	1,37	27,4	23,1	1,18	2,0	1,35	2700 m Eggishorn	Erste kalte Tage
20	11 I 16	6°	12°	Stark bewölkt	39,9	0,6	6,9	13,6	0,51	2,3	4,1	0,57	4,75	2,0	1400 m Wengen	Übergangsstadium
55	16 V 16	19°	35°	Blauer Himmel	40,5	2,0	226,4	24,6	9,1	90,0	15,4	5,8	2,41	1,25	2300 m Männlichen	
60	22 V 16	24°	35°	Klarer blauer Himmel. Kühlung	47,1	1,9	121,5	121,1	1,08	44,0	28,0	1,57	2,09	2,2	2300 m Männlichen	
56	17 V 16	19,5°	38°	Klarer blauer Himmel	52,0	2,8	187,5	259,4	0,72	71,3	124,0	0,58	0,36	0,35	2300 m Männlichen	
22	18 I 16	7°	11°	Klarer blauer Himmel	63,0	2,0	31,1	23,6	1,31	7,3	7,7	0,9	4,22	4,22	2300 m Männlichen	
9	24 IX 15	22°	30°	Klarer blauer Himmel	114,5	0,8	47,7	14,4	3,39	14,2	7,0	2,0	1,04	2,9	2700 m Eggishorn	Starkes Licht
8	22 IX 15	19°	36°	Klarer blauer Himmel. Kühlung	151,7	0,3	10,0	2,6	3,84	34,6	7,0	4,9	1,84	0,43	2700 m [illegible]	

Tabelle 32. CO_2-Assimilation von Taraxacum officinale in Samaden.

Nr.	Datum	Schattentemperatur	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Menge [illegible] Licht	CO_2-Gehalt der Luft	A	F	Verhältnis	A	F	Verhältnis	Koeffizient A	F	Herkunft der Versuchspflanze	Bemerkungen
222	8 IX 16	8°	17°	Himmel dunstig. Sonne scheint trotzdem	45,0	0,6	26,1	7,9	3,29	8,0	2,9	2,73	2,4	3,13	1700 m Samaden	Genügend Licht
66	21 VI 16	8°	25°	Klarer blauer Himmel mit einzelnen weissen Wolken	69,0	1,2	34,6	24,2	1,43	13,3	8,3	1,6	1,48	1,0	1700 m Samaden	
239	30 IX 16	6 1/2°	14°	Himmel überzogen, aber hell	77,4	0,5	13,8	4,9	2,87	4,2	1,1	3,88	1,75	1,18	1700 m Samaden	
[illegible]	15 IX 16	2°	22°	Klarer blauer Himmel mit weissen Wolken	99,7	0,5	12,7	10,7	1,18	5,1	4,9	1,04	3,0	3,86	1700 m Samaden	
230	20 IX 16	0°	5°	[illegible] weiss Dunst, d. sich verdichtet	108,0	0,6	26,4	12,0	2,2	7,3	3,8	1,91	2,2	3,2	1700 m Samaden	Starkes Licht
67	22 VI 16	12°	27°	Klarer blauer Himmel	125,0	0,4	32,2	19,9	1,62	10,9	5,0	2,17	2,22	0,51	1700 m Samaden	
236	27 IX 16	8 1/2°	22°	Hellblauer Himmel m. weissem Dunst	158,5	0,6	16,8	9,2	1,83	5,8	2,5	2,3	3,5	1,5	1700 m Samaden	
250	13 X 16	2°	26°	Klarer blauer Himmel	189,0	1,0	9,1	2,0	4,55	2,3	0,4	5,75	2,8	1,0	1700 m Samaden	
240	2 X 16	1°	21°	Klarer blauer Himmel. Schneebedeckter Boden	255,0	0,5	5,6	4,4	1,27	2,0	1,4	1,42	1,83	1,66	1700 m Samaden	

Tabelle 33. CO_2-Assimilation von Taraxacum officinale auf Muottas Muraigl.

Nr.	Datum	Schattentemperatur	Maximaltemperatur im Versuchsgefäss	Witterungsverhältnisse	Menge [illegible] Licht	CO_2-Gehalt der Luft	A	F	Verhältnis	A	F	Verhältnis	Koeffizient A	F	Herkunft der Versuchspflanze	Bemerkungen
216	28 VIII 16	4°	9°	Stark bewölkt. Südwind. Vor Gewitter	61,0	0,5	46,9	11,0	4,26	15,5	5,7	2,7	2,58	1,7	1800 m ob Samaden	Gewitter
81	14 VII 16	[illegible]	[illegible]	Hellblauer Himmel mit vielen weiss. Wolk. Schneebed. Bod.	62,0	0,6	24,8	29,1	0,85	6,0	9,0	0,66	3,0	1,8	2450 m Muottas Muraigl	Schnee
206	16 VIII 16	8°	22°	Stark bewölkt. Kalter Wind	79,5	0,6	66,9	23,3	2,87	19,3	7,0	2,75	3,18	2,06	2450 m Muottas Muraigl	
220	4 IX 16	2°	17°	Blauer Himmel mit dünnem Cirrhus	82,3	0,5	9,3	6,2	1,5	3,4	2,2	1,55	2,75	2,75	1800 m ob Samaden	
89	25 VII 16	6°	22°	Bewölkt, doch hell	135,0	0,6	47,2	21,7	2,23	14,1	9,0	1,56	2,5	3,36	2450 m Muottas Muraigl	Starkes Licht
99	4 VIII 16	3°	27°	Klarer blauer Himmel	140,0	0,5	136,6	6,8	20,0	31,1	2,4	12,95	1,57	1,5	2900 m Fuorcla Muraigl	
210	21 VIII 16	0°	18°	Klarer blauer Himmel mit einz. Wölkchen. Schneebed. Boden	142,8	0,4	24,8	12,0	2,07	8,7	2,9	2,97	2,16	2,71	1800 m ob Samaden	



Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Basel

Band XXX

Mit 2 Porträts, 6 Tafeln Tabellen und 22 Textfiguren.

Basel
Georg & Cie., Verlag
1919

Verzeichnis der Tafeln.

Inhalt.

